

Toni Koponen

# Laivojen meriradioliikenne

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietoliikennetekniikka

Insinöörityö

27.11.2014

Tekijä(t) Otsikko	Toni Koponen Laivojen meriradioliikenne
Sivumäärä Aika	43 sivua + 1 liite 27.11.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tietoliikennetekniikka
Ohjaaja(t)	Yliopettaja, Antti Koivumäki
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli tutustua laivojen käyttämään meriradioliikenteeseen ja sen rakenteeseen. Työ on tehty Metropolia Ammattikorkeakoululle.</p> <p>Työssä käydään läpi meriradioliikenteen yleisiä asioita, sääntöjä ja laitteita. Työssä tutustutaan tarkemmin meriradioliikenteen keskeisiin radioasemajärjestelmiin kuten meri-VHF-radiopuhelimeen ja GMDSS-järjestelmään. Seuraavaksi käydään läpi, miten ne toimivat ja vaikuttavat merenkulkuun.</p> <p>GMDSS-järjestelmä koostuu monista eri järjestelmistä ja laitteista ja muodostaa niistä aluksen radioasemakokonaisuuden. Työssä käydään läpi nämä eri laitteet ja järjestelmät ja paneudutaan niiden toimintaan GMDSS-järjestelmässä. GMDSS-järjestelmän keskeisintä osaa meri-VHF-radiopuhelinta ja sen DSC-toimintoa tullaan myös tarkastelemaan lähemmin.</p> <p>Lopussa käydään läpi meriradioliikennettä koskevia kansainvälisiä ohjeita, säännöksiä ja lupia, jotka on syytä osata alati muuttuvassa ja uudistuvassa meriradioliikenteessä. Meriradioliikenne kehittyy koko ajan. Yritykset kehittävät jatkuvasti uusia laitteita ja parantelevat nykyisiä. Näiden uusien laitteiden tarkoituksena on parantaa jo ennestään laajaa aluksista, satelliiteista ja rannikkoradioasemista koostuvaa meriradioverkostoa, jotta merenkulkijoilla olisi yhä tehokkaampia tapoja toimia hätätilanteessa.</p>	
Avainsanat	GMDSS, radio, VHF

Author(s) Title	Toni Koponen Marine Radio Communication
Number of Pages Date	43 pages + 1 appendice 27 November 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communication Technology
Specialisation option	Telecommunication Engineering
Instructor(s)	Antti Koivumäki, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to explore Marine radio communication system and its structure. The thesis was done at Metropolia University of Applied Sciences.</p> <p>The thesis first covers the common rules, matters and equipment used in Marine radio communication. It then explores the most central radio systems in Marine radio communication e.g. Marine VHF radio and GMDSS more closely. Next, it explains how these systems operate and what kind of impact it has on vessels.</p> <p>GMDSS consists of several different systems and equipment which together create the vessel's radio system. The thesis explores the functions of these different systems and equipment in GMDSS. It also examines the most central part of GMDSS, the Marine VHF radio and its DSC-function.</p> <p>The study also covers international guide lines, regulations and permits that are needed when using Marine radio communications.</p> <p>Marine radio communication develops rapidly. Companies are constantly developing new systems and equipment and upgrading the current systems. The purpose of these new systems and equipment is to improve the Marine radio communication network which consists of vessels, satellites and coast radio stations. This also gives mariners more efficient ways to act in a distress situation.</p>	
Keywords	GMDSS, radio, VHF

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä merenkulun radioliikenteestä	2
2.1	Radioliikennemuodot ja radioasemat	2
2.2	Radioaallot, taajuuden käsite, eteneminen ja kuuluvuusalue	3
2.3	Meriradionumerot ja tunnukset	5
3	GMDSS-järjestelmä	7
3.1	GMDSS-järjestelmän synty ja nykytila	7
3.2	GMDSS-järjestelmän merialueet	8
4	GMDSS-järjestelmän rakenne	10
4.1	GMDSS-järjestelmän osat	10
4.2	SART (Search and Rescue Transponder)	11
4.3	EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon)	12
4.3.1	EPIRB manuaalinen käynnistys	14
4.3.2	EPIRB automaattinen käynnistys	14
4.4	COSPAS-SARSAT satelliittijärjestelmä	16
4.4.1	LEOSAR	17
4.4.2	GEOSAR	18
4.5	NAVTEX-järjestelmä	19
5	Meri-VHF-järjestelmä	25
5.1	Meri-VHF-toiminta	25
5.2	Meri-VHF-kanavat	27
5.3	Meri-VHF-kanavien käyttö	28
5.3.1	Kanava 70	28
5.3.2	Kanava 16	28
5.3.3	Kanavat 10 ja 73	29
5.3.4	Kanavat 6, 8, 72 ja 77	29
5.3.5	AIS-kanavat (AIS1 ja AIS2)	29
5.3.6	Huvivenekanavat L1, L2 ja L3	30
5.3.7	Kalastajakanavat F1, F2 ja F3	30
5.4	DSC	30

5.5	Antennit, liitännät ja virtalähteet	32
6	Yleisiä radioliikenneohjeita	34
6.1	Yleisiä menettelytapoja ja ohjeita	34
6.2	Kansainväliset tavausaakkoset	35
6.3	Radioliikennemaksut	37
6.4	Radioliikenteen pätevyystodistukset ja luvat	37
7	Yhteenveto	40
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Meri-VHF-kanavataulukko	

## Lyhenteet

AAIC	Accounting Authority Identification Code. Tilityskoodi.
AIS	Automatic Identification System. Alusten automaattinen tunnistusjärjestelmä.
COSPAS	Cosmicheskaya Sistema Poiska Avarynyh Sudov. Avaruusjärjestelmä hädässä olevien alusten etsimiseksi.
DSC	Digital Selective Calling. Digitaaliselektiivikutsu on kutsujen lähettämiseen ja vastaanottamiseen tarkoitettu menetelmä.
EHF	Extremely High Frequency. Radiotaajuusalue 30 GHz:stä 300 GHz:iin.
EPIRB	Emergency Position-Indicating Radio Beacon. Radiolähetin, joka lähettää radiosignaalin joutuessaan veteen.
GEOSAR	Geostationary Earth Orbit. Geostationäärinen satelliittijärjestelmä.
GHz	Gigahertsi.
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System. Maailmanlaajuinen merenkulun hätä- ja turvallisuusradiojärjestelmä on laaja radiojärjestelmä, jota käytetään merenkulussa.
GPS	Global Positioning System. Maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä.
GSM	Global System for Mobile Communications. Matkapuhelinjärjestelmä.
GT	Bruttovetoisuus.
GV	Volyymi.
HF	High Frequency. Radiotaajuusalue 3 MHz:stä 30 MHz:iin.
HRU	Hydrostatic Release Unit. Hydrostaattinen vapautusyksikkö.

Hz	Hertsi.
IMO	International Maritime Organization. Kansainvälinen merenkulkujärjestö, joka hallinnoi merenkulun turvallisuusasioita.
ITU	International Telecommunication Union. Yhdistyneiden Kansakuntien erikoistoimisto, jonka vastuulla on informaatio- ja kommunikointiteknologioita koskevat pulmat.
kHz	Kilohertsi.
LEOSAR	Low-altitude Earth Orbit. Satelliittijärjestelmä.
LF	Low Frequency. Radiotaajuusalue 30 kHz:stä 300 kHz:iin.
LUT	Local User Terminal. Maa-asema, joka vastaanottaa ja käsittelee hätäviestejä 406 MHz taajuudella.
MCC	Mission Control Centres. Valvontakeskus.
MF	Medium Frequency. Radiotaajuusalue 300 kHz:stä 3 MHz:iin.
MHz	Megahertsi.
MID	Maritime Identification Digits. Kolminumeroinen maatunnus.
MMSI	Maritime Mobile Service Identity. Laivakohtainen radiotunnistenumero.
MRSC	Maritime Rescue Sub-Centre. Meripelastuslohkokeskus.
MRCC	Maritime Rescue Coordination Centre. Meripelastuskeskus.
MSI	Maritime Safety Information. Viranomaisten lähettämä informaatio merenkulkijoille.
NAVAREA	NAVigational AREAs. Merenkulkuvaroitusalue.

NAVTEX	NAVigational TELex. Tietokonejärjestelmä merenkulun tiedotteiden välitykseen ja vastaanottamiseen.
NM	Merimaili. Tasan 1 852 metriä.
PTT	Press-to-Talk. Puhekytkin.
SAR	Search and Rescue. Yleinen etsintä- ja pelastusoperaatio hädässä oleville ihmisille.
SARSAT	Search and Rescue Satellite-Aided Tracking. Satelliitin avulla tapahtuva jäljittäminen etsintä- ja pelastusoperaatiossa.
SART	Search and Rescue Transponder. Hätämajakka.
SDR	Special Drawing Right. Kansainvälisen valuuttarahaston luoma varantoväline ja reservivaluutta.
SHF	Super High Frequency. Radiotaajuusalue 3 GHz:stä 30 GHz:iin.
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea. Kansainvälinen meriturvallisuutta käsittelevä sopimus.
UHF	Ultra High Frequency. Radiotaajuusalue 300 MHz:stä 3 GHz:iin.
VHF	Very High Frequency. Radiotaajuusalue 30 MHz:stä 300 MHz:iin.
VLF	Very Low Frequency. Radiotaajuusalue 3 kHz:stä 30 kHz:iin.
VTs	Vessel Traffic Service. Alusliikennepalvelu, joka pyrkii parantamaan meriliikenteen tehokkuutta, sujuvuutta ja merenkulun turvallisuutta.
WWNWS	World Wide Navigational Warning Service. Maailmanlaajuinen merenkulkuvaroituspalvelu.



## 1 Johdanto

Meriradioliikenne on tärkeä osa alusten, satamien, rannikkoradioasemien ja muiden vesillä tai veden läheisyydessä liikkuvien alusten jokapäiväistä toimintaa. Sillä pidetään huoli alusten ja sen miehistön turvallisuudesta sekä yritetään ennakoida ja välttää tapaturmat jo ennen niiden tapahtumista. Tärkeimpänä osana on kuitenkin sen nopea reagointikyky onnettomuuden sattuessa. Nykyisten järjestelmien ja laitteiden avulla hätäkutsujen lähettäminen ja avun saanti on todella nopeaa ja tehokasta verrattuna entisaikojen laitteisiin.

Nykyinen meriradioliikennöinti onkin iso satelliittien, rannikkoradioasemien ja alusten muodostama verkosto. Tätä isoa verkostoa hallitaan kansainvälisillä järjestöillä ja niiden säännöksillä, jotta voidaan varmistaa, että jokaisessa maassa, missä on meriliikennettä, on samat säännöt ja menettelytavat. Nämä kansainväliset säännöt on kirjattu sopimuksiin, jotka velvoittavat valtioita.

Tämän insinöörityön tavoitteena on tarkastella meriradioliikenteen eri osia ja niiden muodostamaa kokonaisuutta. Käymme läpi nykyisen alusten käyttämän GMDSS-järjestelmän osat, joista järjestelmä muodostuu ja miten se toimii. Tutustumme meriradioliikenteen yleisiin periaatteisiin sekä sääntöihin ja menettelytapoihin radiolähetysten lähettämisessä merellä.

## 2 Yleistä merenkulun radioliikenteestä

### 2.1 Radioliikennemuodot ja radioasemat

Merenkulun radiotaajuuksia käytetään yhteydenpitoon merenkulun radioasemien välillä. Tähän radioasemien joukkoon kuuluvat niin rannikkoradioasemat, alukset, erilaiset satamat kuin jopa myös tietyntyliset lentoalukset kuten pelastushelikopterit. Tärkeimpiä radioliikennemuotoja ovat hätä-, pika- ja varoitusliikenne sekä etsintä- ja pelastustoimen radioliikenne. Muita radioliikennemuotoja ovat yleinen radioliikenne, satamatoimen- ja alusten ohjailuliikenne, alusten välinen liikenne ja aluksen sisäinen radioliikenne. Yleisellä liikenteellä tarkoitetaan radioliikennettä, joka on avoin kenelle tahansa. Yleiseen liikenteeseen kuuluu myös radiopuhelujen välitys mereltä yleiseen televerkkoon ja päinvastoin. (1, s. 9.)

Alusten radioasemien kanssa liikennöi rannikkoradioasema sekä mahdollisesti myös muut alukset, jos aluksilla on tarvetta kommunikoida keskenään. Radioasemat jaetaan asematyyppeihin sen mukaan, missä ne sijaitsevat, mikä niiden käyttötarkoitus on ja miten ne käyttävät radiotaajuuksia. Radioliikenteen käyttötarkoituksesta riippuen sitä hoitavat eri radioasemat tai keskuskeskukset. Meripelastuskeskuskeskukset ja meripelastuslokkokeskuskeskukset hoitavat meripelastukseen liittyvää radioliikennettä. Luotsien radioliikennettä hoitavat luotsiasemien radioasemat ja VTS-radioliikennettä VTS-keskuskeskukset. Yhteistä kaikille rannikkoradioasemille on, että ne sijaitsevat kiinteässä paikassa mantereella tai saarella. (1, s. 9.)

Aluksen radioasema koostuu kaikista meriradiotaajuuksilla toimivista radiolaitteista, jotka ovat aluksessa. Radioasema voi koostua pelkästään VHF- tai VHF/DSC-radiopuhelimesta, mutta usein aluksen radioasemaan kuuluu muitakin laitteita, kuten kannettava VHF-radiopuhelin, tutka, EPIRB-hätäpuhelin tai NAVTEX-vastaanotin. Näistä eri laitteista rakentuu jokaisen aluksen oma radioasema sen tarpeiden mukaan. Esimerkiksi tavallisen huvialuksen ei tarvitse hankkia täysin samoja laitteita kuin SOLAS-sopimuksen velvoittamat rahtialukset, vaikkakin mikään ei estä huvialuksen omistajaa tekemästä näin. Matkaviestimet, kuten GSM, eivät kuulu aluksen radioasemaan. (1, s. 10.)

## 2.2 Radioaallot, taajuuden käsite, eteneminen ja kuuluvuusalue

Radioaallot ovat sähkömagneettista säteilyä. Radioaaltojen etenemisnopeus tyhjiössä on suunnilleen sama kuin valonnopeus eli noin 300 000 km/s. Taajuus on radiolähetteen tärkein ominaisuus. Säättämällä oikean taajuuden radiovastaanottoon, voidaan erottaa haluttu radiolähetys muiden lähetysten joukosta. Taajuus tarkoittaa sitä, kuinka monta kertaa sekunnissa radiolähete värähtelee. Taajuuden yksikkö on hertsi (Hz). Yksi hertsi tarkoittaa yhtä värähdystä sekunnissa (1, s. 10). Radiotoiminnassa käytetään kuitenkin hyvin suuria taajuuksia kuten esimerkiksi megahertsi (MHz) eli miljoona värähdystä sekunnissa. Tavallisimmat yksiköt radiotaajuuksia käsiteltäessä ovat:

- 1 kHz (kilohertsi) = 1000 Hz
- 1 MHz (megahertsi) = 1000 kHz
- 1 GHz (gigahertsi) = 1000 MHz.

Toinen merkittävä käsite puhuttaessa radioaalloista on aallonpituus. Aallonpituus on yhden värähdysten eli aallon pituus metreinä ja sitä kuvataan kreikkalaisella kirjaimella lambda ( $\lambda$ ). Aallonpituus voidaan laskea taajuudesta yksinkertaisella kaavalla:

$$\lambda (m) = \frac{300\,000\,000}{f (Hz)}$$

laskukaava muutettuna käytännöllisempään muotoon:

$$\lambda (m) = \frac{300}{f (MHz)}$$

Esimerkki radioaallon aallonpituuden laskemiseksi kanavalle 16 (156,800 MHz):

$$\frac{300}{156,800 (MHz)} = 0,0019132 \dots \approx 1,9 \text{ m}$$

Taulukko 1. Taajuusalueet (1, s. 11).

Lyhenne	Taajuusalueennimi	Taajuusalue	Aallonpituus
<b>VLF</b>	Very Low Frequency	3 kHz – 30 kHz	100 km – 10 km
<b>LF</b>	Low Frequency	30 – 300 kHz	10 km – 1 km
<b>MF</b>	Medium Frequency	300 kHz – 3 MHz	1 km – 100 m
<b>HF</b>	High Frequency	3 – 30 MHz	100 m – 10 m
<b>VHF</b>	Very High Frequency	30 – 300 MHz	10 m – 1 m
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency	300 MHz – 3 GHz	1 m – 10 cm
<b>SHF</b>	Super High Frequency	3 GHz – 30 GHz	10 cm – 1 cm
<b>EHF</b>	Extremely High Frequency	30 GHz – 300 GHz	1 cm – 0,1 cm

VHF-aallot etenevät lähes suoraviivaisesti valon tavoin, mutta taipuvat jonkin verran horisontin ja muiden esteiden taakse. Tästä johtuen VHF-kuuluvaisuusalue rajoittuu

joihinkin kymmeniin kilometreihin. Normaaleissa radio-olosuhteissa on radiokommunikointikantama noin 20 – 30 merimailia (NM) eli noin 37 – 55 kilometriä. Kantamaa onkin mahdollista parantaa esimerkiksi nostamalla antennin korkeutta, mutta samalla tulee myös huolehtia, että antenni ei pääse kallistumaan liikaa ja pysyy mahdollisimman pystysuorassa. Korkeat maastoesteet saattavat etenkin kuuluvuuden raja-alueilla aiheuttaa yhteyden katkeamisia (1, s. 11). Kuuluvuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm:

- Antennin korkeus merenpinnasta.
- Antennin pituus, sillä antennin on oltava oikean pituinen suhteessa aallonpituuteen.
- Antennin puhtaus. Antenni on pidettävä puhtaana siihen kertyvistä epäpuhtauksista kuten merisuolasta hyvän kuuluvuuden ja toiminnan takaamiseksi.
- Lähetysteho. 25 Watin lähetysteholla kantomatka on pidempi kuin 1 Watin alennetulla teholla. 1 Watin alennettua lähetystehoa pitäisi kuitenkin aina käyttää, kun se on mahdollista, koska silloin kanavalle mahtuu enemmän käyttäjiä.
- Antennin ympäristö. Antennin läheisyydessä olevilla esineillä on haitallinen vaikutus kantomatkkaan. (1, s. 13.)

## 2.3 Meriradionumerot ja tunnukset

Meriradioliikenteessä toisen lähettäjän tunnistaminen tapahtuu radiotunnuksella eli kutsumerkillä, aluksen tai rannikkoaseman nimellä, meriradionumerolla (MMSI-numero) tai edellä mainittujen yhdistelmällä. Kaikki radiolähetykset ja niiden lähettäjät on oltava tunnistettavissa. Radiotunnukset alkavat maatunnusta osoittavilla kirjaimilla, esimerkkinä suomalaisten alusten radiotunnukset alkavat kirjaimilla OF, OG, OH, OI tai OJ. Muilla mailla on tietenkin omat maatunnukset, jotka voivat sisältää myös numeroita. Suurempien kauppa-alusten tunnukset ovat yleensä nelikirjaimisia, esimerkiksi OIRV (jäänmurtaaja KONTIO). (1, s. 13.)

Meriradionumero MMSI (Maritime Mobile Service Identity) toimii aluksen nimen ja radiotunnuksen lisäksi myös aseman tunnisteena. Se kulkee DSC (Digital Selective Calling) eli digitaalisen selektiivikutsun mukana ja näkyy vasta-aseman DSC-laitteen

näytössä. Meriradionumeroa käytetään laitteiden omatunnuksena mm. alusten ja rannikkoasemien DSC-laitteissa ja EPIRB-hätälähettimissä (406 MHz). (1, s. 13 - 14.)

Meriradionumero on 9-merkkinen numerosarja, jossa aseman kansallisuutta osoittaa kolminumeroinen maatunnus MID (Maritime Identification Digits). Meriradionumeron rakenne voi olla kolmen eri mallin mukainen:

1. MIDXXXXXX, jossa MID osa on maatunnus ja X:t numeroita nollasta yhdeksään.
2. 00MIDXXXX, jossa kaksi ensimmäistä nollaa kertovat, että kyseessä on rannikkoaseman tunnus.
3. 0MIDXXXXX, jossa ensimmäinen nolla on ryhmäkutsun tunnus.

Näiden eri meriradionumeromallien avulla voidaan erottaa, onko kyseessä alus, rannikkoasema vai ryhmäkutsunumero. Esimerkiksi Suomen maatunnus on "230". Tässä muutamia esimerkkejä lisää:

- **230**123450 = Erään suomalaisen huvialuksen meriradionumero
- 00**230**0230 = Turku Radio
- 00**265**3000 = MRCC Göteborg
- **0230**99730 = Erään suomalaisen pursiseurueen ryhmäkutsunumero

(1, s. 14.)

### 3 GMDSS-järjestelmä

#### 3.1 GMDSS-järjestelmän synty ja nykytila

Merenkulun hätä- ja turvallisuusjärjestelmä GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) sai alkunsa vuonna 1979, kun IMO (International Maritime Organization) päätti luoda uuden hätä- ja turvallisuusjärjestelmän vanhan morsekoodin ja radiopuhelinsysteemin tilalle. Pääsyyinä oli vanhan systeemin rajallisuus kuuluvuudessa pitkillä kulkuväleillä. Laivat, jotka olivat kulkeneet tavanomaisen tutun reitin ulkopuolelle ja joutuneet luonnon armoille, saattoivat jäädä vaille apua, sillä hätäkutsu ei välttämättä tavoittanut ketään. (2, s. 1.)

Nykyinen GMDSS-järjestelmä on suunniteltu automatisoimaan laivan radiohätäkutsu. Näin ollen manuaalista hätäkutsukanavan vahtimista ei tarvita. Uusi järjestelmä on edeltäjiään tehokkaampi, nopeampi ja luotettavampi. GMDSS-järjestelmä on itseasiassa sekoitus useita yksittäisiä radiosysteemejä niin maanpäällisiä kuin satelliitteja. Hätäkutsut voidaan lähettää ja vastaanottaa lyhyen ja pitkän matkan päästä laivan koosta riippumatta. (2, s. 1.)

GMDSS-järjestelmä on pakollinen kaikissa SOLAS-yleissopimukseen (International Convention for the Safety of Life at Sea) kuuluvissa aluksissa. Näitä ovat mm. kaikki kauppa- ja kalastusalukset, joiden bruttovetoisuus (GT) on 300 tai enemmän (bruttovetoisuus on aluksen kokonaisvetoisuus, joka käsittää käytännössä koko aluksen tilavuuden ja se lasketaan aluksen volyymista (GV) seuraavalla kaavalla:

$$GT = (0,2 + 0,02 * \log GV) * GV$$

GMDSS-järjestelmä on pakollinen myös aluksilla, jotka matkaavat kansainvälisillä vesillä. Alukset joiden bruttovetoisuus on alle 300 tai ne, jotka ovat 300 tai yli, mutta kulkevat vain kotimaan rajoilla ei tarvitse asentaa GMDSS-järjestelmää. Näiden alusten tarvitsee noudattaa vain omien lippuvaltioittensa asettamia vaatimuksia. Jotkin lippuvaltiot ovat tosin määränneet GMDSS-järjestelmän käytettäväksi myös kotimaisissa matkoissa, mutta suurin osa ei ole näin tehnyt. GMDSS- säännökset vaativat, että jokaisen GMDSS-järjestelmällä varustetun laivan on pystyttävä seuraaviin toimiin:

- Lähettämään laivalta rannikolle hätäkutsu kahdella toisistaan riippumattomalla ja itsenäisellä tavalla, joista molemmat käyttävät eri radio kommunikointi palvelua.
- Vastaanottamaan saapuvat hätäkutsut rannikolta laivalle.
- Vastaanottamaan ja lähettämään hätäkutsut laivalta laivalle.
- Vastaanottamaan ja lähettämään rinnastetut SAR-viestit (Search and Rescue).
- Vastaanottamaan ja lähettämään tapahtumapaikkaviestit.
- Vastaanottamaan ja lähettämään paikannussignaalit.
- Vastaanottamaan maritime-pelastustietoa.
- Vastaanottamaan ja lähettämään yleistä radioviestintää liittyen aluksen hallintaan ja toimintaan.
- Kommunikoimaan komentosillalta komentosillalle. (3, s. 1.)

### 3.2 GMDSS-järjestelmän merialueet

Radiokommunikointilaitteet määritellään erikseen kuhunkin GMDSS-järjestelmäalukseen sen perusteella, millä merialueella alus operoi. Tämä on suuri ero edelliseen systeemiin verrattuna, jossa päätös tehtiin aluksen koon perusteella. Merialueen perusteella tehtävä määrittäminen onkin tarpeen, sillä GMDSS-järjestelmässä käytettävillä eri radiosysteemeillä on erilaisia rajoituksia koskien lähetyksen kantamatkaa sekä palveluita laitteesta riippuen (3, s. 1.). Uusi systeemi jakaakin maailman meret neljään eri alueeseen:

1. Alue A1 on yhden tai useamman VHF/DSC:ää käyttävän rannikkoradioaseman kuuluvuusalueella, jossa on jatkuva hätäpäivystys. Käytännössä noin 30 NM asti ulottuva rannikkoalue. Perustuu noin neljän metrin antennikorkeuteen ja kiinteästi asennetun VHF/DSC-radiolähettimen maksimitehoon.
2. Alue A2 on A1-alueen ulkopuolella olevan yhden tai useamman MF/DSC käyttävän rannikkoradioaseman peittoalue, jossa on jatkuva hätäpäivystys. Rannikolta mitattuna 30 - 150 NM välinen alue. Perustuu tyypillisen MF/DSC-radiolähettimen tehoon.



3. Alue A3 on A1- ja A2-alueiden ulkopuolella olevan rannikkoradioasemien peittoalue, jossa on jatkuva hätäpäivystys HF/DSC- tai Inmarsat-hätähälytyksille. Valtamerialueet napa-alueita lukuun ottamatta (70°N - 70°S välinen alue).
4. Alue A4 on A1-A3 alueiden ulkopuolella olevat alueet, joissa on rannikkoradioasemien jatkuva hätäpäivystys HF/DSC-hätähälytyksille. Napa-alueet (70°N pohjoispuolinen ja 70°S eteläpuolinen alue). (1, s. 19.)

GMDSS-järjestelmän merialueluokitus on mahdollistanut esimerkiksi sen, että alle 300 tonnin rahtialuksella voi hyvinkin olla käytössä sama määrä radiolähetys kalustoa kuin 300 000 tonnin öljytankkerilla. Oletuksena on kuitenkin, että molemmat alukset toimivat samalla merialueella. Alla on esimerkkikuva tilanteesta, jossa pieni rahtialus ilmoittaa hätäkutsun eteenpäin isolle öljytankkerille merihädässä olevasta aluksesta (3, s. 1).



Kuva 1. Esimerkki hätätilanteesta ja miten GMDSS-järjestelmä toimii siinä (3, s. 1).

GMDSS-järjestelmän automatisoitu hätäkutsu näkyy yllä olevassa kuvassa 1 vihreänä viivana. Koska alus on A3-alueella, GMDSS-järjestelmä lähettää hätäkutsun Inmarsat-satelliittiin. GMDSS-järjestelmä lähettää saman hätäkutsun myös kaikille lähistöllä oleville aluksille, vaikka kuvassa ei tätä tilannetta näy, sillä lähistössä ei ole yhtään alusta. Kun Inmarsat-satelliitti on vastaanottanut hätäkutsun, se lähettää sen edelleen rannikkoradioasemille (kuvassa radioasema CES) ja muille lähetyvillä oleville aluksille (kuvassa alus SARforces). Kun rannikkoradioasema on vastaanottanut hätäkutsun, se lähettää tästä tiedon meripelastuskeskukseen, joka ottaa tilanteen haltuunsa ja

lähettää vastauskutsun merihädässä olevalle alukselle, sekä mahdollisen ohjeistuksen lähettyvillä oleville aluksille toimenpiteistä.

Kuvassa 1 SART kommunikointi on merkattu punaisella viivalla. SARforces-alus on saapunut SART-kuuluvuusalueelle ja aktivoi sen. SARforce-tutkan näytölle ilmestyy nyt kuvassa 3 (sivulla 10) vasemmalla näkyvän ympyrän mukainen kuva. Nyt SARforces-aluksella on visuaalinen tutkahavainto pelastusveneestä, ja he voivat lähteä pelastamaan merihädässä olevia. Tämä systeemi, joka toimii sekä satelliittien että maanpäällisen lähetysten avulla, mahdollistaa nopean hälytyksen pelastuslaitokselle sekä lähistöllä oleville aluksille.

## 4 GMDSS-järjestelmän rakenne

### 4.1 GMDSS-järjestelmän osat

GMDSS-järjestelmä koostuu merellä liikkuvista aluksista ja maissa olevista meripelastuskeskuksista, jotka kansainvälisellä sopimuksella pitävät yllä jatkuvaa meriturvallisuuspäivystystä. GMDSS-järjestelmässä hälytykset tapahtuvat erityisillä hälytyslaitteilla, kuten DSC:llä tai EPIRB:llä. Hälytykset ohjautuvat automaattisesti tai ne ohjataan MRCC (Maritime Rescue Coordination Centre) eli meripelastuskeskukselle tai MRSC (Maritime Rescue Sub-Centre) eli meripelastuslohkokeskukselle. Kun hälytys on vastaanotettu meripelastukseen tarkoitetulla radiorannikkoasemalla, huolehtii kansainvälinen meripelastusjärjestelmä automaattisesti tiedon aluksen merihädästä ja siihen liittyvistä tarpeellisista yksityiskohdista kaikkiin tarpeellisiin paikkoihin. (1, s. 16.)

GMDSS-järjestelmään kuuluu useita eri laitteita ja yhteydenpitojärjestelmiä, jotka tekevät siitä tehokkaan kokonaisuuden merihätäkutsujen hoidossa. DSC-toiminnolla varustettu Meri-VHF-radiopuhelin on GMDSS-järjestelmän keskeisin yhteydenpitojärjestelmä. Muita GMDSS-yhteydenpitojärjestelmiä ja -laitteita ovat:

- EPIRB-hätälähettimet (406 MHz COSPAS-SARSAT-järjestelmä)
- käsi-VHF-radiopuhelimet
- NAVTEX vastaanottimet
- SART-tutkavastaajat

- MF/HF-radiolähettimet DSC-toiminnolla varustettuna
- Inmarsat-järjestelmän satelliittipäätteet, joissa on hätähälytystoiminto. (1, s. 16.)

#### 4.2 SART (Search and Rescue Transponder)

SART on meripelastuksessa käytettävä hätämajakka, joka käynnistyy pelastusveneessä heti, kun sitä lähestyy alus, lentokone, helikopteri tai muu, jolla on tutka. SART vastaa vain 9 GHz:n taajuusalueen (X-band, kolmen sentin aallonpituus) tutkaan. Muut tutkat eivät näe tätä signaalia. SART voi aktivoida mikä tahansa X-bandin tutkan pulssi kahdeksan merimailin etäisyydellä. (4, s. 1.)

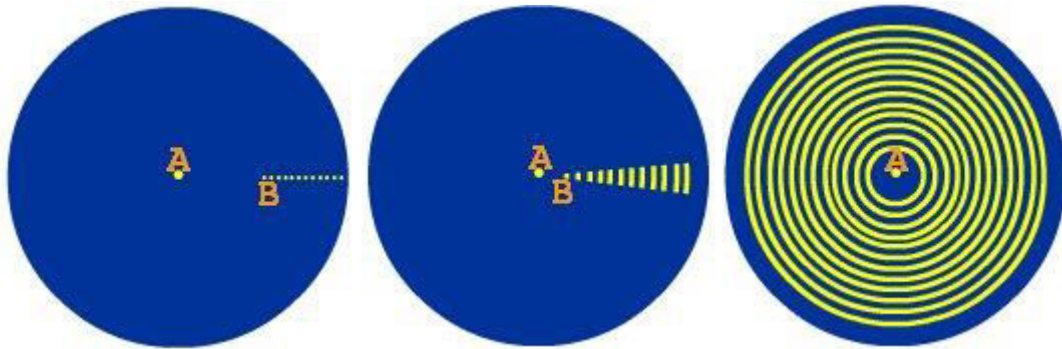


Kuva 2. Standardi SART 9 GHz tutkamajakka, 251mm pitkä (4, s. 1).

SART toimii toisiotutkavastaajana ja jokainen SART:n vastaanottama pulssi laukaisee vastaussignaalin, joka lähtee samalla kanta-aaltotaajuudella, jolla kuulustelevalta tutkalta on ja kiertää toistuvasti sen koko taajuuskaistan läpi. Vastaanotettuaan ensimmäisen pulssin kuulustelevalta tutkalta, SART lähettää vastaussignaalin, joka ensiksi kiertää nopeasti (0,4 mikrosekuntia) läpi koko taajuuskaistan ennen kuin se aloittaa hitaamman 7,5 mikrosekuntia kestävä kierron taajuuskaistan läpi takaisin aloitustaajuuteen. Tämä prosessi toistuu kaksitoista kertaa. (4, s. 1.)

Jossain vaiheessa jokaisen kierron aikana SART-tutkataajuus täsmää kuulustelevan tutkan kanssa ja on tutkavastaajien päästökaista alueella. Jos SART on etäisyydellä, niin jokainen kahdentoista kierron aikana tapahtunut taajuuden täsmäys luo kuulustelevan tutkan näytölle yhteensä kahdentoista pisteen jonon, jotka ovat 0,64

NM päässä toisistaan. Kun etäisyys tutkasta on yksi merimaili tai alle, pisteet alkavat näyttää pieniltä kaarilta ja lopuksi renkailta. (4, s. 1.)



Kuva 3. Kuulusteleavan tutkan näyttö (A) lähestyessä SART hätämajakkaa (B) (5, s. 1).

Vasen ympyrä näyttää tilanteen, jossa etäisyys on pidempi kuin yksi merimaili. Keskimmäinen ympyrä näyttää tilanteen, jossa etäisyys on yksi merimaili tai alle. Oikea ympyrä näyttää tilanteen, jossa etäisyys on lähellä nollaa.

#### 4.3 EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon)

EPIRB on hätäpoiju eli radiolähetin, joka käynnistetään onnettomuuden sattuessa tai käynnistyy itsestään aluksen upotessa. EPIRB toimii taajuuksilla 406 MHz ja 121,5 MHz. 406 MHz:n radiosignaaleja käytetään uhrien sijainnin paikantamisessa. Lopullisen tarkan sijainnin ja hätäpoijun paikantamisessa käytetään 121,5 MHz:n radiosignaaleja. (7, s. 1.)



Kuva 4. Esimerkki EPIRB:n radiolähtimestä (6, s. 1).

Kun EPIRB on aktivoitunut hätätilanteessa, se alkaa lähettää radiosignaaleja. Radiosignaalit sisältävät EPIRB-tunnusnumeron. Radiosignaalit havaitaan ja käsitellään COSPAS-SARSAT-satelliittien avulla. COSPAS-SARSAT-satelliitit välittävät lähetyksen eteenpäin tunnusnumeron ja sijainnin kera lähimpään MRCC:hen. MRCC tulkitsee maakoodin lähetyksestä, jonka jälkeen meripelastuskeskus hakee rekisteröintitiedot valtion tietokannasta ja etsii tietoja aluksesta, sen radiolaitteista ja yhteyshenkilöitä. Jos tarvittavia tietoja ei löydy, pelastusoperaatio hidastuu. Tietojen löydyttyä aloitetaan SAR-operaatio. Etsintä- ja pelastusoperaatioon osallistuva SAR-alue, helikopteri tai lentokone yrittää löytää onnettomuuspaikalle EPIRB-radiosignaalin antaman suunnan perusteella. (8, s. 1.)

#### 4.3.1 EPIRB:n manuaalinen käynnistys

Manuaalisesti aktivoituvat EPIRB ovat sopiva valinta purjeveneisiin tai pieniin kalastusaluksiin. Ne ovat tavallisesti varustettu kiinnitystelineellä, mutta niissä on mukana yleensä irrotettava "carry safe"-panta. Kun laite irrotetaan vanteesta, merikytin ei ole enää aktivoitavissa, ja EPIRB:iä voi kantaa mukana turvallisesti. Vesiroiskeet tai kosteus eivät tällöin pääse aktivoimaan laitetta, sillä EPIRB voi aktivoitua esimerkiksi kastuessaan sateessa. (8, s. 1.)



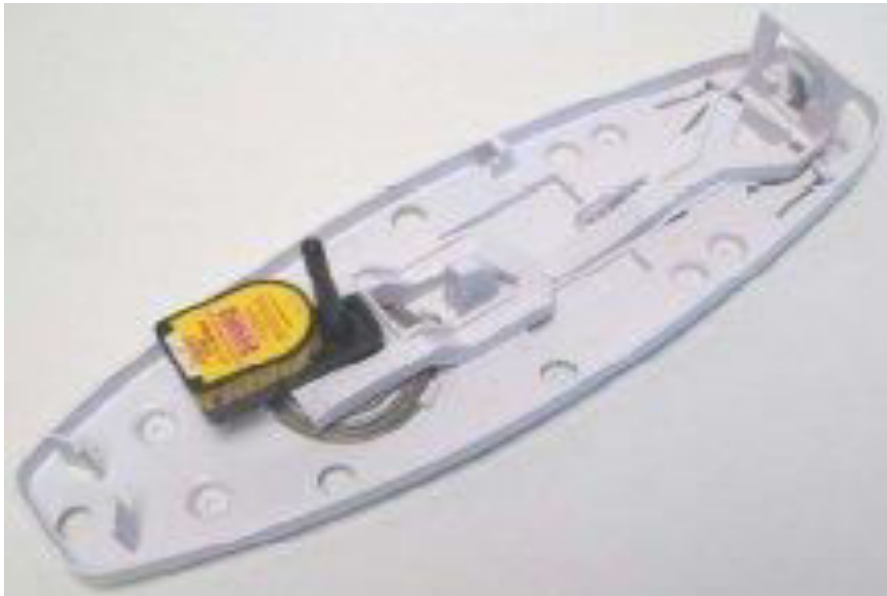
Kuva 5. EPIRB irroitettava "carry safe"-panta, nuoli osoittaa magneettia, joka kytkee automaattisesti aktivoituvan merikytimen pois päältä (8, s. 1).

Kaikki modernit EPIRB:t sisältävät sekä manuaalisen että automaattisen käynnistyksen.

#### 4.3.2 EPIRB automaattinen käynnistys

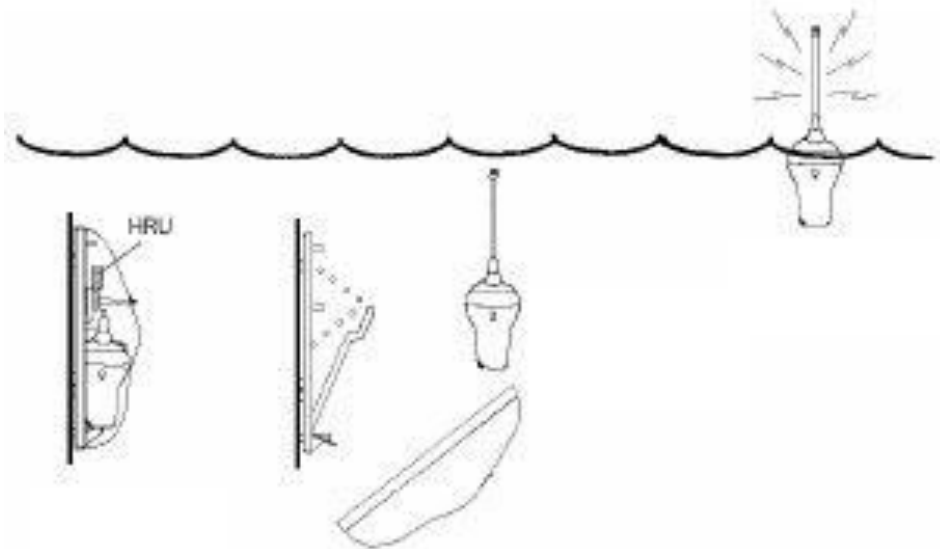
Automaattisesti aktivoituva 406 MHz:n ja 121,5 MHz:n taajuuksilla toimiva COSPAS-SARSAT EPIRB on pakollinen kaikissa SOLAS-yleissopimukseen kuuluvissa aluksissa. Se on varustettu muovisella kuorella, jonka sisällä EPIRB-merikytin on aktivoimattomassa tilassa. Kuoren alla on ponnahdusvipu, joka automaattisesti työntää kannen pois ja vapauttaa EPIRB pitimestään aluksen upotessa. Tämä automaattinen

irtoaminen tapahtuu HRU (Hydrostatic Release Unit) eli hydrostaattisen vapautusyksikön avulla. (8, s. 1.)



Kuva 6. HRU asennettuna kotelon päälle (8, s. 1).

Ponnahdusvivun ja HRU:n alla on nähtävissä puristettu jousi, joka lauetessaan työntää EPIRB:tä suojaavan kuvun pois ja päästää EPIRB:n vapaaksi kellumaan pintaan.



Kuva 7. EPIRB:n automaattinen vapautuminen (8, s. 1).

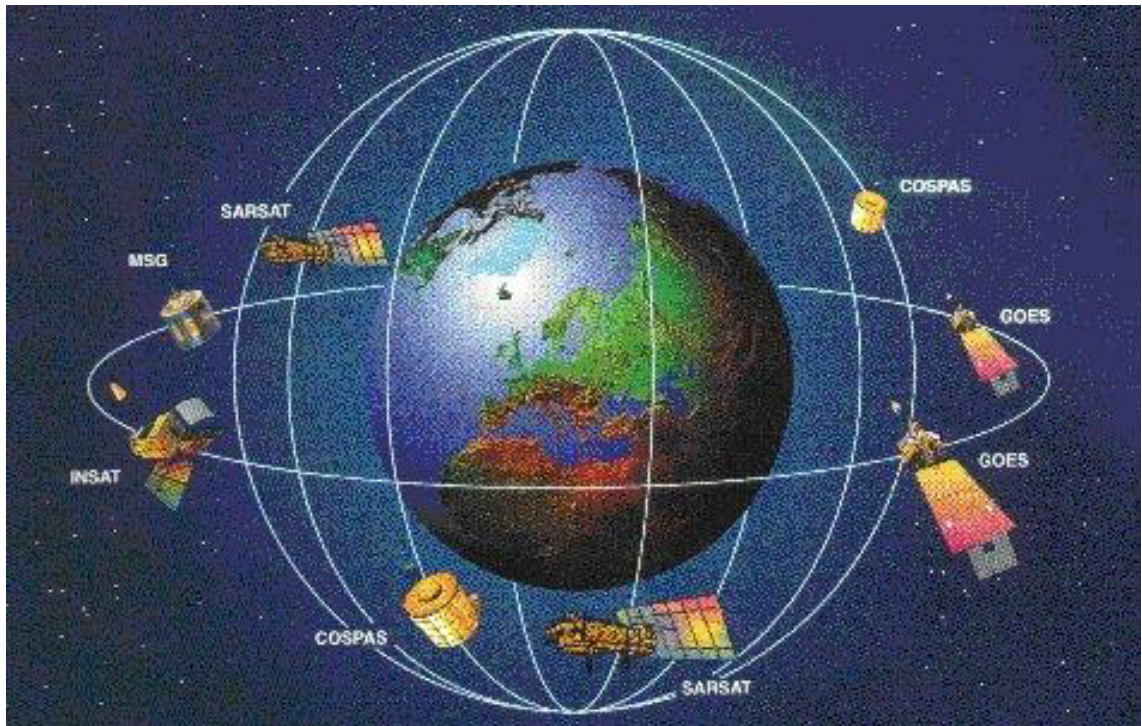


HRU vapauttaa EPIRB:n automaattisesti, kun laite on uponnut noin 2-4 metrin syvyyteen. Kun EPIRB nousee pintaan, merikytin aktivoi laitteen ja lähetin alkaa toimia.

#### 4.4 COSPAS-SARSAT-satelliittijärjestelmä

COSPAS-SARSAT (COSPAS on akronyymi Venäjän sanoille "Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov", joka kääntyy seuraavasti: Space System for the Search of Vessels in Distress, SARSAT: Search and Rescue Satellite-Aided Tracking) eli avaruusjärjestelmä hädässä olevien alusten etsimiseksi ja satelliitin avulla tapahtuva jäljittäminen etsintä- ja pelastusoperaatiossa on SAR-järjestelmä (Search and Rescue), joka hyödyntää sekä napaseutua kiertäviä, että geostationäärisiä eli paikallaan maapalloon nähden olevia satelliitteja (9, s. 1; 10, s. 1). Tämä mahdollistaa GMDSS-järjestelmän hätäpoijujen kuten EPIRB:n paikantamisen satelliittien avulla. Nämä hätäpoijut lähettävät 406 MHz:n taajuudella radiosignaaleja, jotka COSPAS-SARSAT-satelliitit havaitsevat.

COSPAS-SARSAT-järjestelmä käyttää kahta satelliittijärjestelmää: LEOSAR (Low-altitude Earth Orbit) ja GEOSAR (Geostationary Earth Orbit).



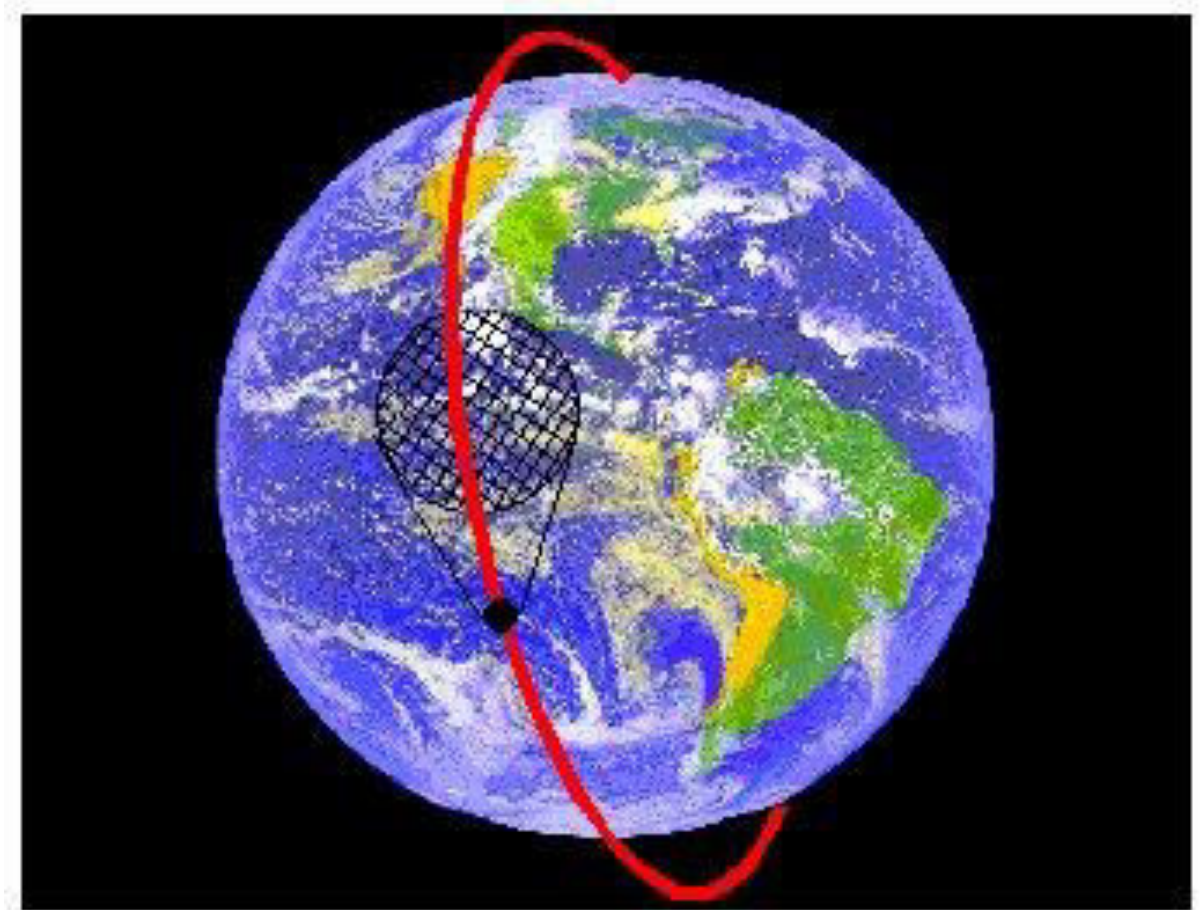


Kuva 8. LEOSAR- ja GEOSAR-satelliitit COSPAS-SARSAT-järjestelmässä (10, s. 1).

Nämä satelliitit lähettävät tiedon pelastettavan aluksen sijainnista ja tunnuksesta maa-asemalle LUT (Local User Terminal) ja MCC-valvontakeskukselle (Mission Control Centres). LUT ja MCC välittävät tiedon edelleen meripelastuskeskukselle, joka vastaa etsintä- ja pelastusoperaatioista pelastettavan aluksen alueella. (10, s. 1.)

#### 4.4.1 LEOSAR

LEOSAR-satelliittijärjestelmä koostuu neljästä satelliitista, kaksi COSPAS- ja kaksi SARSAT-satelliitista, jotka kiertävät maapalloa napojen kautta matalalla lentoradalla noin 120 minuutissa. Satelliittien peittoalue kattaa koko maapallon.



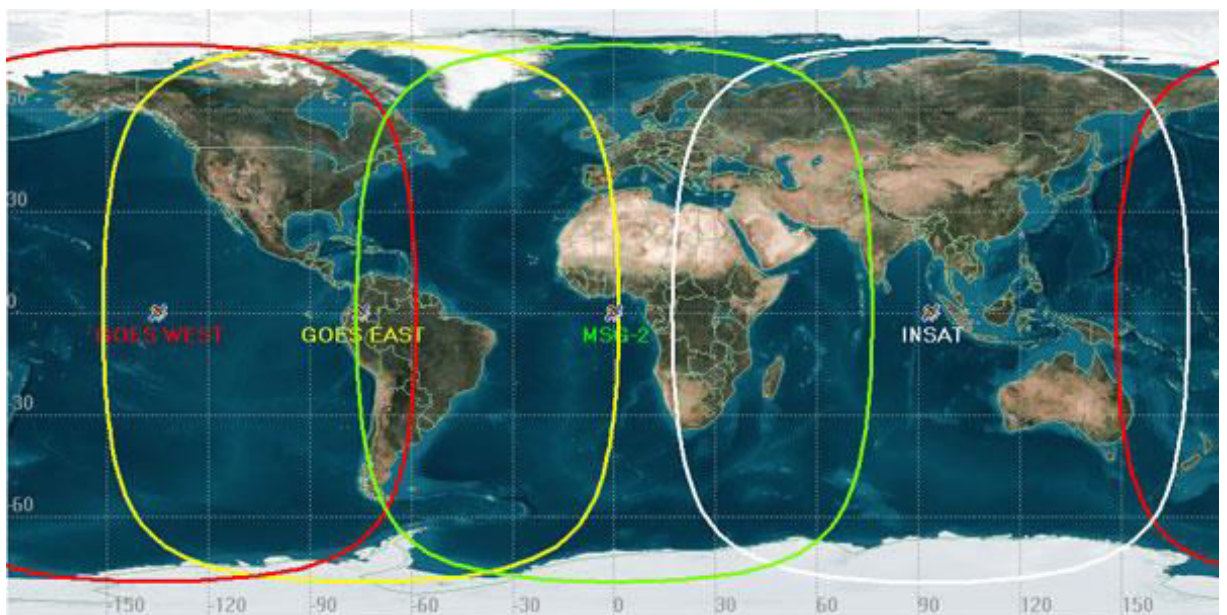
Kuva 9. LEOSAR-satelliitin reitti ja peittoalue (10, s. 1).

Peittoalueen halkaisija on maanpinnalla noin 6000 km. Peittoalueen laajuus vaihtelee satelliitin sijainnin mukaan lentoradalla.

Kun LEOSAR-satelliittijärjestelmä havaitsee hätähälytyksen, se laskee ja paikantaa hätäpoijun sijainnin Doppler-menetelmän avulla. Doppler-menetelmä perustuu siihen periaatteeseen, että satelliitin ”kuulemaan” hätäpoijun taajuuteen vaikuttaa satelliitin suhteellinen nopeus suhteessa hätäpoijuun. LEOSAR-järjestelmä pystyy laskemaan hätäpoijun sijainnin noin 5-10 km:n tarkkuudella vastaanotetun hätäpoijusignaalin taajuudenvaihtelusta ja satelliitin tarkasta sijainnista. Tämän jälkeen LEOSAR-satelliitti lähettää tiedon eteenpäin LEOLUT-asemalle. (10, s. 1.)

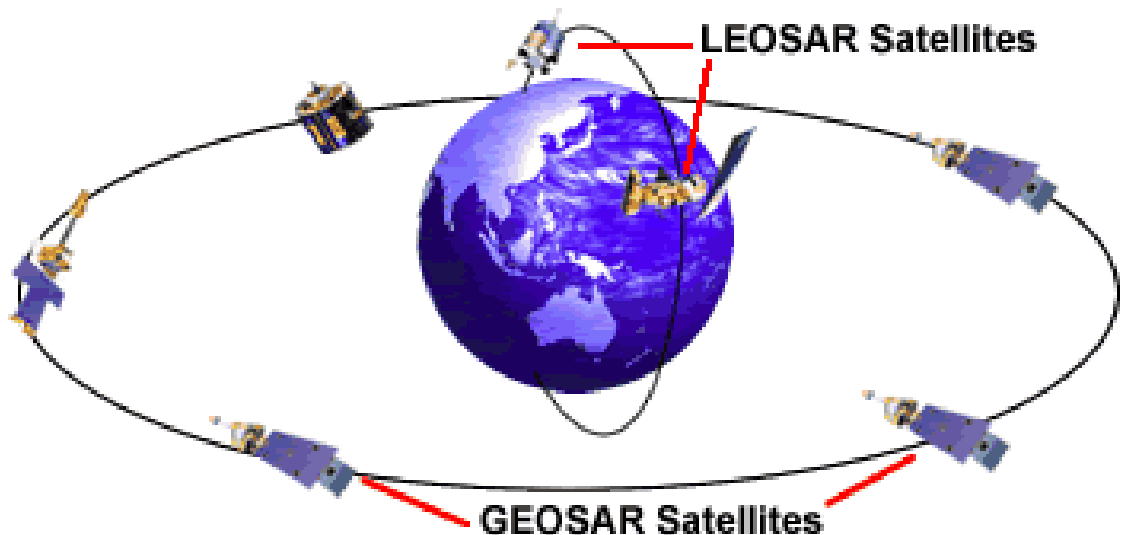
#### 4.4.2 GEOSAR

GEOSAR-järjestelmä koostuu neljästä geostationäärisestä satelliitista, jotka sijaitsevat noin 36000 km:n korkeudessa päiväntasaajan yläpuolella. Satelliittien peittoalue kattaa koko maapallon 70°N - 70°S välisen alueen.



Kuva 10. GEOSAR-peittoalueet (10, s. 1).

GEOSAR-satelliitit eroavat LEOSAR-satelliiteista sillä, että niillä on jatkuva peittoalue lähes välittömällä hälytyskyvyllä. Ne eivät tosin pysty määrittämään hätäpaikan sijaintia, koska ne pysyvät paikallaan suhteessa maapalloon eivätkä pysty käyttämään Doppler-menetelmää. Tästä johtuen hätäpaikan sijainti tulee olla sisäisen tai ulkoisen paikannusjärjestelmän, esim. GPS:n lähettämän merkin ja sen sisälle koodatun viestin avulla saatu tai olla peräisin mahdollisin viivein LEOSAR-järjestelmästä. (10, s. 1.)



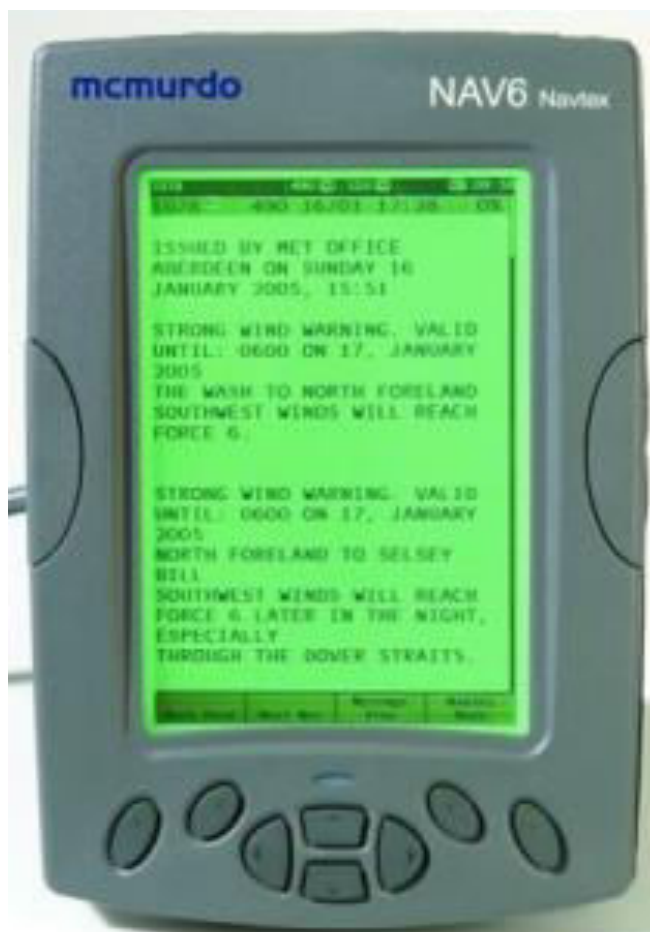
Kuva 11. GEOSAR- ja LEOSAR-satelliittien kiertoradat (11, s. 1).

LEOSAR-satelliitit tarjoavat hyvän peittoalueen napa-alueille, jotka ovat GEOSAR-satelliittien ulkopuolella, kun taas GEOSAR-satelliitit tarjoavat lähes välittömän hätähälytyksen omalla peittoalueellaan.

#### 4.5 NAVTEX-järjestelmä

NAVTEX (NAVigational TELex) on kansainvälinen MSI-tiedotusjärjestelmä (Maritime Safety Information) GMDSS-merialueille A1 ja A2. NAVTEX-asetat lähettävät aluksille merenkulun turvallisuussanomiam kuten etsintä- ja pelastustoimintaan (SAR) koskevia tiedotuksia, sää- ja merenkulkuvaroituksia sekä sääennusteita. NAVTEX-rannikkoasemien lähetykset kantavat jopa 400 NM. NAVTEX-lähetykset otetaan vastaan erityisellä NAVTEX-vastaanottimella, joka tulostaa ne automaattisesti paperille tai kuvaruudulle. NAVTEX-vastaanottimelle ei tarvita lupaa, koska siinä ei ole lähetintä (12, s. 1). NAVTEX-lähetykset tehdään ja lähetetään rannikkoradioasemien lähettimillä:

- 518 kHz MF – MSI lähetetään englannin kielellä.
- 490 kHz MF – MSI ja/tai muu alueen paikallinen tieto lähetetään paikallisella kielellä ensisijaisesti koskien pieniä aluksia.
- 4209,5 kHz HF – käytetään trooppisilla alueilla, joilla MF-vastaanotto saattaa olla hankalaa. (12, s. 1.)



Kuva 12. Esimerkki NAVTEX-vastaanottimesta (12, s. 1).

Lähetetyt NAVTEX-sanomat voidaan vastaanottaa NAVTEX-vastaanottimella, joka koostuu seuraavista osista:

- Radiovastaanotin, joka on viritetty kiinteästi NAVTEX-taajuuksille. (Joko yksi- tai kaksitaajuusvastaanotin. Kaksitaajuinen vastaanotin voi vastaanottaa sanomia sekä 518 kHz:n että 490 kHz:n taajuuksilla ilman erillistä säätöä).
- Signaaliprosessori.
- Pieni näppäimistö (asetusten muuttamista ja NAVTEX-vastaanottimen operointia varten).
- Näyttö ja/tai jatkuva paperisyöttö (näytöltä luettava tai tulostettava vastaanotettu MSI).
- Muisti vastaanotettujen sanomien varastointia varten.
- Antennijärjestelmä. (12, s. 1.)

NAVTEX-vastaanottimesta voidaan valita, mitä asemia ja minkälaisia sanomatyypppejä halutaan vastaanottaa. Tämä tapahtuu asemien ja sanomatyyppien tunnuskirjaimien avulla. NAVTEX-sanoma alkaa aina alkumerkinnällä ("ZCZC"), joka tahdistaa vastaanottimen tulevaan sanomaan. Sanoman alkuosasta käy myös ilmi, mikä asema on lähettänyt sanoman ja mitä se koskee (1, s. 24). Vastaanotetun NAVTEX-sanoman rakenne:

ZCZC  $B_1B_2B_3B_4$

SANOMAN TEKSTI

**NNNN**

Vastaanotetussa NAVTEX-sanomassa:

- ZCZC osoittaa sanoman alkua.
- $B_1$  kohdalla on tunnuskirjain (A-Z), jolla osoitetaan lähettimen tunnus eli NAVTEX-rannikkoaseman tunnus.
- $B_2$  kohdalla on jokin kirjain A:sta Z:aan, joka ilmoittaa sanomatyyppin.
- $B_3$  ja  $B_4$  kohdalla on kaksinumeroinen sarjanumero, joka annetaan väliltä 01-99. Tämän sarjanumeron avulla voidaan välttyä tulostamasta samaa sanomaa useampaan kertaan. Sarjanumero 00 on hätäliikennesanoma, joka tulostuu aina (pakkosyöttö). Sanoman teksti alkaa NAVTEX-rannikkoaseman lähettimen nimellä ja lähetyksen ajalla.
- **NNNN** tarkoittaa sanoman loppua. (13, s. 1.)

NAVTEX-sanomat voivat myös sisältää virheitä, joita voivat aiheuttaa erilaiset häiriöt signaalissa. ERROR RATE (virhearvo), radiosignaalin toimivuus ja vahvuus voidaan näin ollen tarpeen vaatiessa lisätä NAVTEX-sanomaan. Yleensä se mainitaan ZCZC  $B_1B_2B_3B_4$  alkumerkinnän jälkeen. Jos virhearvo on 0 %, sitä ei mainita sanomassa. Muussa tapauksessa virhearvo vastaa virheellisten merkkien määrää (näytöllä/tulostettuna se näkyy "\*" :nä) jaettuna kaikkien merkkien määrällä kertaa 100. (13, s. 1.)

NAVTEX-asemat lähettävät myös tietyn tyyppisiä tärkeitä sanomia (pakkosyöttösanoma), joiden vastaanottoa ja tulostusta ei voida sulkea pois.

Sanomatyyppien tunnuskirjaimet näkyvät seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2.

Sanomatyyppien tunnuskirjaimet.

<b>A</b>	Merenkulkuvaroitusta (pakkosyöttösanoma)
<b>B</b>	Säävaroitusta (pakkosyöttösanoma)
<b>C</b>	Jäätiedotus
<b>D</b>	Etsintä- ja pelastustiedotus (SAR)
<b>E</b>	Sääennuste
<b>F</b>	Luotsitoimintaa koskeva sanoma
<b>G</b>	AIS (Automatic Identification System)
<b>H</b>	Loran-sanoma (LONg RANGE Navigation system)
<b>I</b>	Varalla
<b>J</b>	Satelliittinavigointia koskeva sanoma
<b>K</b>	Muuta elektronista navigointia koskeva sanoma
<b>L</b>	Merenkulkuvaroitusta, lisäkirjain A-sanomatyyppille (pakkosyöttösanoma)
<b>V</b>	Erikoispalvelu
<b>W</b>	Erikoispalvelu
<b>X</b>	Erikoispalvelu
<b>Y</b>	Erikoispalvelu
<b>Z</b>	Ei mitään lähetettävää

Esimerkki NAVTEX-sanomasta:

ZCZC OA20 (ERROR RATE = 1 %)

WZ 1593

SCOTLAND, WEST COAST, SUMMER ISLES. The NORTH CARDINAL LIGHTBUOY AND THE WEST CARDINAL LIGHT\*UOY WITH RACON DELTA MARKING DANGEROUS WRECK 58-01.2 NORTH 005-27.1 WEST HAVE BEEN PERMANENTLY WITHDRAWN

CANCEL WZ 1562

(OA07)

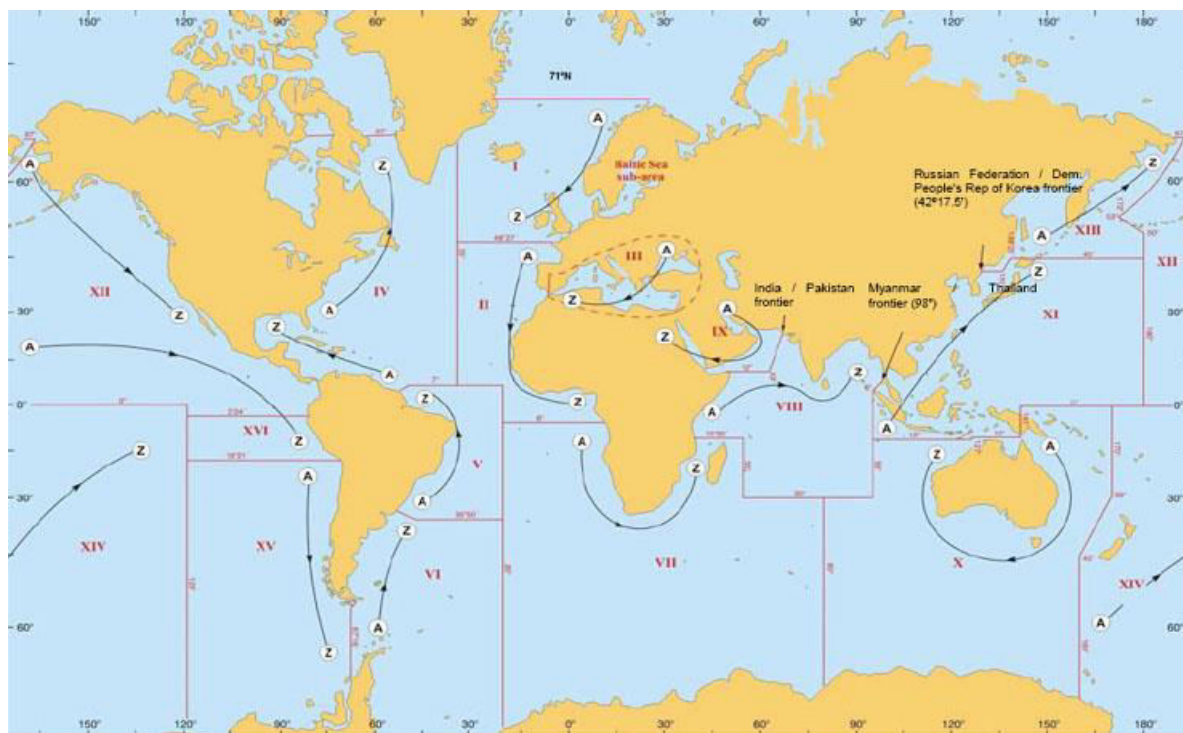
NNNN

Ylhäällä oleva esimerkki NAVTEX-sanomasta on lähetetty Portpatrickin rannikkoasemalta (OA20). Kyseessä on merenkulkuvaroitusta (OA20) ja sarjanumero on 20 (OA20). Virhearvo on 1 %, mikä johtuu tulostusvirheestä (LIGHTBUOY-sanan B-kirjain tulostui ”\*”:nä). (13, s. 1.)

NAVTEX-lähetysasemat ovat osa WWNWS-palvelua (World Wide Navigational Warning Service – maailmanlaajuinen merenkulkuvaroituspalvelu). WWNWS on kansainvälisen yhteistyön tuloksena rakennettu merenkulkuvaroitustajärjestelmä. GMDSS-merialueet A1 ja A2 kuuluvat NAVTEX-järjestelmän piiriin ja muut alueet puolestaan SafetyNET-järjestelmään. (14, s. 1.)

Maapallon meret on jaettu kuuteentoista merenkulkuvaroitusalueeseen eli NAVAREA (NAVigational AREAs), jotka on merkitty roomalaisin numeroin. Jokaisen NAVAREA NAVTEX-lähetysasemille on annettu tunnuskirjaimia A:sta Z:aan. (14, s. 1.)





Kuva 13. NAVAREA-alueet WWNWS:n mukaisesti (14, s. 1).

Jokaisella NAVAREA on NAVTEX-koordinaattori, joka päättää mitä sanomia järjestelmässä lähetetään.

Kaikki nämä yhteydenpitojärjestelmät tekevät GMDSS-järjestelmästä tehokkaan ja nopean koneiston meripelastuksessa, joka ei ole vain yhden laitteen varassa. Seuraavassa kappaleessa tutustumme GMDSS-järjestelmän keskeisimpään yhteydenpitojärjestelmään Meri-VHF-järjestelmään.



## 5 Meri-VHF-järjestelmä

### 5.1 Meri-VHF-toiminta

Meri-VHF-järjestelmä on kansainvälinen merenkulun lyhyen kantaman yhteydenpitojärjestelmä. Meri-VHF-radiopuhelimella voidaan pitää suora radioyhteys aluksesta toisiin aluksiin tai rannikkoradioasemiin. Se kattaa suuren osan maailman yleisesti liikennöidyistä rannikkoalueista ja toimii lähes samanlaisena kaikkialla maailmassa. Keskeiset toimintaperiaatteet ovat kaikkialla samat, mutta eroja voi olla eri valtioiden välillä esimerkiksi joidenkin radiokanavien käyttötarkoituksissa. Kansainvälisessä radio-ohjesäännössä (Radio Regulations) on määriteltä kansainvälisen meriradioliikenteen menettelytavat, vaadittavat asiakirjat sekä radiolaitteiden keskeiset tekniset ominaisuudet. (1, s. 27.)

Meri-VHF-järjestelmä on käytössä kaikissa isoimmissa aluksissa ja suuressa osassa pienemmistä aluksista. Sitä käytetään monenlaisiin eri tarkoituksiin kuten mm. hätäpalvelun kutsumiseen ja kommunikointiin satamien, siltojen, sulkujen ja venesatamien kanssa. Nykypäivän meri-VHF-radiot eivät pelkästään tarjoa tavanomaista lähetys- ja vastaanottokykyä. Meri-VHF-radiot, jotka ovat pysyvästi kiinni aluksessa, täytyy myös omata jonkin asteen DSC-kyky, joka mahdollistaa hätäkutsun lähettämisen yhdellä napin painalluksella. (15, s. 1.)



Kuva 14. GMDSS VHF-radiosimulaattori Simrad RD68 (16, s. 1).

Kuvassa näkyy Simradin RD68 VHF-radiosimulaattori, joka yhdistää radiopuhelin- ja DSC-toiminnot. Sen toiminnot jakautuvat kuuteen ryhmään:

1. Liikkuvat toiminnot.
2. Kirjainnumeerinen näppäimistö.
3. Merkityt toiminnot, joita usein käytetään radiopuhelintoimintoihin.
4. Neljä näppäintä näytön oikealla puolella ovat monitoiminäppäimiä, joiden toiminto vaihtelee riippuen näytöllä olevasta menusta. Merkki, joka osoittaa oikean toiminnon jokaiselle näppäimelle, ilmestyy näytön oikeaan reunaan näppäinten viereen.
5. Hälytysnappi liukuvan kuoren alla.
6. PTT (Press-to-Talk) kytkin mikrofonissa. (16, s. 1.)

Tämän kiinteästi asennetun meri-VHF-radiopuhelimen lisäksi aluksissa on meri-VHF-käsi puhelin, joka toimii kiinteän radiopuhelimen apuvälineenä. Sen ominaisuudet ovat suunnilleen samat kuin kiinteästi asennetun, mutta lähetystehon ja antennin osalta se eroaa kiinteästi asennetusta. Meri-VHF-käsi radiopuhelimen lähettimen kantomatkalla on paljon pienempi pienen tehon ja lähetysantennin takia. Yhteysetäisyyttä voi parantaa huomattavasti, jos se voidaan kytkeä hyvään erilliseen antenniin, joka on asennettu alukseen. Meri-VHF-käsi radiopuhelimen eduksi voidaan puolestaan katsoa sen liikuteltavuus. Onnettomuuden sattuessa se voidaan kätevästi ottaa mukaan pelastusveneeseen ja käyttää avun kutsumiseen. (1, s. 37.)



Kuva 15. Meri-VHF-käsiradiopuhelin (17, s. 1).

Meri-VHF-käsiradiopuhelimet ovat vedenpitäviä ja niissä on omavirtalähteensä, jos ne ovat GMDSS-hyväksytyjä. Uusimmissa VHF-käsipuhelimissa voi myös olla DSC- ja GPS-toiminto mukana.

## 5.2 Meri-VHF-kanavat

Meri-VHF-radio viittaa 156.0 – 162.025 MHz radiotaajuusalueeseen, jolla se operoi. Virallisen ITU (International Telecommunication Union) sanaston mukaan se on VHF maritime mobile band. Meri-VHF-järjestelmä on yhdistelmä lähettimestä ja vastaanottimesta, joka toimii vain standardeilla, kansainvälisillä taajuuksilla, joita kutsutaan kanaviksi. Kanava 16 (156.8 MHz) on kansainvälinen kutsu- ja hätäkanava. (15, s. 1.)

Meri-VHF-taajuuksia ilmaistaan selkeyden vuoksi kanavanumeroilla. Kanavat voidaan jakaa ominaisuksiensa puolesta kahteen ryhmään: simpleksikanaviin ja duplexkanaviin.

Simpleksikanavalla tarkoitetaan kanavaa, joka sisältää vain yhden taajuuden. Kanavan käyttäjät lähettävät ja kuuntelevat tällä taajuudella vuorotellen. Lähetyksen ja kuuntelun vuorottelu saadaan aikaan puhepainikkeella eli tangentilla. Puhuttaessa painetaan tangenttia, kuunneltaessa vapautetaan tangentti. (1, s. 27.)

Duplexkanavaan sisältyy aina kaksi taajuutta. Duplexkanavat saadaan yhdistämällä kaksi taajuutta yhdeksi kanavaksi. Rannikkoradioasema lähettää aluksille kanavan ylemmällä taajuudella, ja alus lähettää rannikkoradioasemalle kanavan alemmalla taajuudella. Tällä järjestelyllä saadaan aikaan se, että liikenne voi kulkea molempiin suuntiin yhtä aikaa. Alusten meri-VHF-radiopuhelimista puuttuu kuitenkin niin kutsuttu duplex-suodatin, joten radioliikenne duplexkanavallakin on vuorottaista. Tätä lähetysmuotoa sanotaan puoliduplexi- tai semiduplexiliikenteeksi. Duplexkanavia ei voi käyttää alusten väliseen suoraan liikenteeseen, ne on tarkoitettu vain aluksen ja duplexkanavia käyttävän rannikkoradioaseman väliseen liikenteeseen. Duplexkanavia käytetään esimerkiksi silloin, kun meri-VHF-radiopuhelimella tarvitaan yhteys yleiseen puhelinverkkoon (1, s. 27). Liitteessä 1 on taulukko meri-VHF-radiossa käytettävistä kanavista ja niiden käyttötarkoituksista.

### 5.3 Meri-VHF-kanavien käyttö

Tyypillistä meri-VHF-kanaville on, että niillä on aina useita käyttäjiä tai käyttäjäryhmiä. Tästä johtuen meri-VHF-kanavien käyttöön liittyy tarkkoja kansainvälisiä sääntöjä. Nämä säännöt määrittelevät jokaisen kanavan käyttötarkoituksen ja mahdolliset rajoitukset. Meri-VHF-kanavia voi käyttää seuraaviin käyttötarkoituksiin:

- hätä- ja turvallisuusliikenteeseen (hätä- ja turvallisuuskanavat)
- toisten asemien kutsumiseen (kutsukanavat)
- alusten väliseen liikenteeseen (alusten välisen liikenteen kanavat)
- satamatoimien ja alusten ohjailuliikenteeseen (satamatoimien ja alusten ohjailuliikenteen kanavat)
- yleiseen liikenteeseen (yleisen liikenteen kanavat). (1, s. 28.)

Kanavien käytösäännöt perustuvat kansainvälisiin sopimuksiin, mutta jokaisella taajuuksista määräävällä hallinnolla (Suomessa Viestintävirasto) on mahdollisuus tarkentaa tai kaventaa käytösääntöjä ja jakaa käyttöoikeuksia kansallisen tarpeen mukaisesti. Alueilla, joilla maantieteelliset välimatkat eri valtioiden välillä ovat pienet, esimerkiksi Suomenlahdella, voidaan naapurivaltioiden välillä tehdä kanavien käyttöön liittyviä sopimuksia häiriöiden vähentämiseksi. Tällaiset sopimukset saattavat poiketa kansainvälisistä kanavien käyttöön liittyvistä pääsäännöistä. Suomella, Virolla ja Venäjällä on keskenään tehtyjä sopimuksia (1, s. 28). Seuraavassa osassa on lueteltu eräitä tärkeitä meri-VHF-kanavien käyttöön liittyviä ehtoja yleisimmillä kanavilla.

#### 5.3.1 Kanava 70

Kanavaa 70 saa käyttää vain DSC:n lähettämiseen ja vastaanottamiseen. Kaikki DSC lähetetään kanavalla 70 riippumatta niiden tärkeysluokasta: hätälähetykset, pika- ja varoituskutsut sekä rutiinikutsut. Puheliikenne kanavalla 70 on kokonaan kielletty. Nykyisissä meri-VHF-radiopuhelimeissa puhelähetyksen mahdollisuus on teknisesti estetty. (1, s. 28.)

### 5.3.2 Kanava 16

Alus tai rannikkoasema saa käyttää kanavaa 16 ainoastaan hätäliikenteeseen, pikaliikenteeseen, varoitussanomasta ilmoittamiseen, toisten alusten ja rannikkoradioasemien kutsumiseen puheella, ellei suoraan työskentelykanavalla kutsuminen ole mahdollista ja lyhyen tiedotuksen lähettämiseen, jos se koskee merenkulun turvallisuutta tai aluksen kulkutietoa. Jälkimmäisin tiedotus saa kestää enintään yhden minuutin. (1, s. 29.)

### 5.3.3 Kanavat 10 ja 73

Nämä kanavat ovat monien pelastus- ja turvallisuusviranomaisten työskentelykanavia. Näitä kanavia annetaan työskentelykanaviksi esimerkiksi etsintä- ja pelastustilanteissa, öljyntorjuntaoperaatioissa yms. Suomenlahden alueella kanavaa 10 ei kuitenkaan saa käyttää muuhun kuin Venäjän johtamaan VTS-toimintaan. (1, s. 29.)

### 5.3.4 Kanavat 6, 8, 72 ja 77

Nämä kanavat ovat alusten välisiä työskentelykanavia. Näistä tärkeimmät ovat kanavat 6 ja 8, joita kauppamerenkulun alukset pääasiassa käyttävät. Huvialusten välisessä liikenteessä on, jos mahdollista, pyrittävä välttämään näiden kanavien käyttöä. Suomenlahden alueella on myös rannikkoradioasemia, jotka saattavat käyttää kanavaa 72 etsintä- ja pelastustilanteissa. (1, s. 29.)

### 5.3.5 AIS-kanavat (AIS1 ja AIS2)

AIS-kanavat on tarkoitettu käytettäväksi alusten automaattiseen tunnistusjärjestelmään AIS (Automatic Identification System). AIS-järjestelmä tarjoaa laivoille keinon vaihtaa läheisten laivojen ja VTS-keskusten kanssa elektronisesti alustietoja kuten tunnistustiedot, sijainti, suunta ja nopeus. AIS on tarkoitettu auttamaan aluksen vahtipäällikköä ja antamaan merenkulkuviranomaisille mahdollisuus jäljittää ja tarkkailla alusten liikkeitä. (1, s. 30.)

Se toimii integroimalla standardisoitu VHF-lähetinvastaanotin elektroniseen navigointilaitteeseen, kuten LORAN-C- tai GPS-vastaanottoon, ja muihin aluksen navigointilaitteisiin. IMO:n SOLAS-määräysten mukaan AIS-järjestelmä täytyy asentaa

kansainvälisessä liikenteessä kaikkiin aluksiin joiden bruttovetoisuus on vähintään 300 GT sekä kaikkiin matkustajalaivoihin koosta riippumatta. (19, s. 1.)

#### 5.3.6 Huvivenekanavat L1, L2 ja L3

Nämä kanavat eivät ole kansainvälisessä käytössä, vaan ne perustuvat vanhaan yhteispohjoismaiseen sopimukseen. Huvialuskanavia L1, L2 ja L3 saavat käyttää ainoastaan huvialukset keskinäisessä liikenteessään ja erikseen näille kanaville luvan saaneet asemat. Suomen lisäksi kaikki L-kanavat ovat käytössä Norjassa, Ruotsissa, Tanskassa ja Virossa on käytössä vain kanavat L1 ja L2 (1, s. 30). Muiden valtioiden alueella L-kanavia ei saa käyttää ellei tiedetä niiden käytön olevan sallittua.

#### 5.3.7 Kalastajakanavat F1, F2 ja F3

Näitä kanavia saavat käyttää vain ammattikalastukseen rekisteröidyt kalastusalukset. F3-kanavaa saavat käyttää ammattikalastusalusten lisäksi myös vapaa-ajan kalastusalukset. Kalastajakanavat ovat Suomen lisäksi käytössä Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Muiden valtioiden alueella F-kanavia ei saa käyttää ellei tiedetä niiden käytön olevan sallittua. (1, s. 30.)

### 5.4 DSC

Digitaaliselektiivikutsu eli DSC on kutsujen lähettämiseen ja vastaanottamiseen tarkoitettu menetelmä. Vanhoissa meri-VHF-radiopuhelimissa, joissa ei ole DSC-toimintoa, yhteyden saaminen perustuu kuuntelupäivystykseen ja puheella tapahtuvaan kutsumiseen. Uudemmissa DSC-toiminnolla varustetuissa meri-VHF-radiopuhelimissa vastaanotin päivystää DSC-kanavaa 70. Kun laite vastaanottaa sille tarkoitetun kutsun, se antaa äänimerkin ja näyttöön tulee tieto kutsusta. Kun vastaanottaja vastaa tähän kutsuun hänen aktiivinen kanava vaihtuu automaattisen lähettäjän kanavalle ja kommunikointia voidaan jatkaa normaalilla puheella. Kutsu tallentuu myös laitteen muistiin, joten sitä voi tarkastella myöhemminkin. (1, s. 37.)

DSC-kutsut ovat erityyppisiä riippuen tilanteesta ja kutsusta. On hätähälytys, joka menee automaattisesti kaikille kuuluvuusalueella oleville aluksille, rannikkoradioasemille, satelliiteille jne. Kutsu kaikille (ALL SHIPS CALL) ja kutsu

yhdeksi tietylle asemalle (INDIVIDUAL CALL) tai (SELECTIVE CALL). Näillä kutsuilla on myös omat tärkeysluokat, jotka määrittävät kutsun tärkeyden. Näitä tärkeysluokkia ovat seuraavat tärkeimmästä alkaen: hätähälytys (DISTRESS), pikakutsu (URGENCY), varoituskutsu (SAFETY) ja rutiinikutsu (ROUTINE) (1, s. 37 - 38). Tästä on myös huomattava, että DSC-laitteissa tärkeysluokkien termit eroavat puheliikenteen sanonnoista. Puheliikenteessä on käytössä samat tärkeysluokat, mutta erona on se, että ylemmän tärkeysluokan liikenne menee aina alempien luokkien liikenteen edelle ja voi näin ollen keskeyttää alemman luokan liikenteen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hätähälytys käynnistyttyään keskeyttää kaiken muun liikenteen. (1, s. 38; 1, s. 15.)

DSC-laitteella ei voi lähettää minkäänlaista DSC-kutsua ilman siihen ohjelmoitua MMSI:tä. Kun MMSI on ohjelmoitu laitteeseen, sisältyy se aina automaattisesti jokaiseen lähetettävään DSC-kutsuun. VHF-DSC-laite on useimmiten ns. sisäänrakennettu malli, jossa radiopuhelin ja DSC-toiminto ovat saman kuoren sisällä. DSC-laite on hyvä kytkeä kaapelilla aluksen navigointijärjestelmään, esimerkiksi GPS-vastaanottoon, jotta DSC-laitteella olisi aina oikea paikkatieto muistissaan. Sijainnin voi myös asettaa manuaalisesti jos sijainti ja sijainnin päivitysaika eivät jostain syystä välity laitteelle. (1, s. 38; 1, s. 44.)

DSC-laitteet luokitellaan ominaisuuksiensa puolesta laiteluokkiin. VHF/DSC-laiteluokkia kuvataan kirjaimilla A, B ja D. Kaikkein monipuolisimpia ja myös hinnaltaan kalleimpia ovat A- ja B-luokan laitteet, jotka on tarkoitettu kauppa-aluksiin. Huvialusten käyttöön riittää hyvin D-luokan VHF/DSC-laite, josta on karsittu joitakin sellaisia ominaisuuksia, joita vaaditaan kauppamerenkulun aluksien laitteilta. (1, s. 38.)



Kuva 16. Vasemmalla SAILOR 6222 VHF DSC A-luokan radio ja oikealla uusi GX2100 VHF DSC D-luokan radio, jossa on myös sisäinen GPS ja AIS-vastaanotin (20, s. 1; 21, s. 1).

D-luokan VHF/DSC-laitteella voi lähettää ja vastaanottaa kaikkien tärkeysluokkien mukaisia kutsuja. D-luokan laite on varustettu omalla kanavan 70 DSC-vastaanottimella radiopuhelimen vastaanottimen lisäksi. Jos radioasema on varustettu vain yhdellä antennilla, on vastaanotto DSC-kanavalla estynyt sen ajan, kun antennia käytetään puhelälähtykseen. (1, s. 38.)

Tärkeimpiä DSC-ominaisuuksia on hätähälytyksen lähettäminen punaisen DISTRESS-hätäpainikkeen kautta. Hätähälytyksen lähettämisen jälkeen laite jää odottamaan DSC-kuittausta noin  $3\frac{1}{2}$  – 4 minuutin ajaksi. Mikäli laite ei vastaanota rannikkoaseman DSC-kuittausta tässä ajassa, laite lähettää saman hätähälytyksen automaattisesti uudelleen. Tämä toistuu tarvittaessa, kunnes laite vastaanottaa DSC-kuittauksen ja lopettaa automaattisen hätähälytyksen lähettämisen. Hätähälytyksen lähettämisen voi myös sulkea manuaalisesti. Digitaalisen datalähtetyksen ominaisuuksista johtuen DSC-lähetekantaa yleensä pidemmälle kuin puhelälähetys. Tästä johtuen voi joissain tilanteissa käydä niin, että DSC-kutsu saadaan perille, mutta puheyhteyttä ei saada muodostettua. (1, s. 39.)

## 5.5 Antennit, liitännät ja virtalähteet

Antennin tehtävä on sovittaa lähettimestä tulevan radiotaajuisen signaalin vapaassa tilassa eteneväksi radioaalloksi. Meri-VHF-antenni on tyypillisesti ns. ”piiska-antenni”. Antennin tulee olla ympärisäteilevä. Toisin sanoen sen tulee lähettää ja ottaa vastaan signaaleja yhtä hyvin kaikista suunnista. (1, s. 42.)





Kuva 17. 5240-R 3' S.S. "Piiska" VHF Antenni (22, s. 1).

Antenni on asennettava pystysuoraan, sillä meri-VHF-lähetyksissä käytetään pystypolarisaatiota. Antennin asentaminen johonkin muuhun asentoon huonontaa yhteysmahdollisuuksia. Antennin lähellä olevat metallirakenteet haittaavat antennin toimintaa ja voivat aiheuttaa sen, että johonkin suuntaan yhteys on hyvä, mutta toiseen suuntaan huono. Hyvin lähellä olevat metalliesineet (n. 50 cm) voivat jopa lyhentää kantomatkaa kaikkiin suuntiin. Antenni on myös syytä pitää puhtaana, sillä sen pinnassa olevat epäpuhtaudet, kuten merisuola ja noki huonontavat antennin toimintaa. (1, s. 42.)

Antennikorkeudella on suuri vaikutus saavutettavaan yhteysetäisyyteen. Mitä korkeammalla antenni on, sitä pitempiä yhteysetäisyyksiä voidaan saavuttaa. Aluksen meri-VHF-antennin korkeus merenpinnasta vaikuttaa kantomatkahan seuraavasti: alle viiden metrin korkeudella antennikorkeuden muutos ei vaikuta merkittävästi kantomatkahan. Kantomatkahan kahden aluksen välillä on tällöin avomerellä enintään noin 16 - 21 NM. Yli viiden metrin korkeudella antennikorkeuden kaksinkertaistaminen (esim. viidestä metristä kymmeneen metriin) pidentää kantomatkaa noin neljänneksen. (1, s. 42 - 43.)

Liitännät ovat tärkeitä meri-VHF-radioaseman kokonaisuuden kannalta. Meriolosuhteissa kosteus ja suola saavat helposti aikaan hapettumista liitännöissä ja

pahimmassa tapauksessa meri-VHF lakkaa kuulumasta. Liitännät onkin syytä tarkistaa riittävän usein (1, s. 43).

Antennin ja meri-VHF-puhelimen yhdistävää kaapelia kutsutaan syöttökaapeliksi. Syöttökaapeliksi soveltuu koaksiaalikaapeli, jonka ominaisvastuksen (impedanssi) suuruus on 50 ohmia. Molempien antennin ja meri-VHF-puhelimen antenniliitäntä on sovitettu 50 ohmin impedanssille. Useisiin antenneihin ja meri-VHF-puhelimiin syöttökaapeli liitetään ns. UHF-koaksiaaliliittimellä. Antennissa kiinni kierretty liitin on hyvä suojata vulkanoivalla teipillä, jotta vettä ja kosteutta ei pääse antenniin eikä syöttökaapeliin. (1, s. 43.)

DSC-laite on myös hyvä kytkeä kaapelilla aluksen navigointijärjestelmään, jotta DSC-laitteella olisi aina oikea paikkatieto muistissaan. Kytkeä varten sekä DSC-laitteessa että GPS-navigaattorissa on yleensä valmiina standardi NMEA-0183 tai NMEA-2000 mukainen liitäntämahdollisuus. (1, s. 44.)

Kiinteästi asennetun meri-VHF-puhelimen virtalähteenä käytetään yleensä akkuparistoa. Puhelin tulee kytkeä akkuparistoon kaapelilla, jonka johtimilla on riittävä poikkipinta-ala. Virtasyötön napaisuuden on oltava oikein ja kaapeli on asennettava niin, ettei synny oikosulun vaaraa. Akku on syytä pitää täydessä varauksessa, jotta merellä oltaessa on aina virtaa saatavissa VHF-laitteistoon. VHF-käsi puhelimien virtalähteinä käytetään yleensä erikoisakkuparistoja esim. nikkeli-kadmium-, nikkeli-metallihybridi- tai litium-ioni-akkuja. (1, s. 44.)

## **6 Yleisiä radioliikenneohjeita**

### **6.1 Yleisiä menettelytapoja ja ohjeita**

Ennen radioliikenteen aloittamista on kuuntelemalla varmistauduttava, ettei häiritä kanavalla mahdollisesti jo käynnissä olevaa radioliikennettä. Erityisesti on varottava, ettei häiritä hätä-, pika- ja varoitusliikennettä. Kun kutsu lähetetään, niin mikäli kutsuttu asema ei heti vastaa, saa kutsun toistaa vasta kahden minuutin päästä. VHF-radiopuhelimen DSC-laite huolehtii automaattisesti siitä, että DSC-kutsujen lähettäminen ei häiritse meneillään olevia DSC-kutsuja kanavalla 70. Radioyhteydet on pidettävä mahdollisimman lyhyinä ja mentävä suoraan asiaan. Kaikki tarpeettomat

lähetykset kuten tangentin turha painelu, asiattomat viestit, turhanpäiväinen löpinä tai juttelu sekä lähetykset joille et odota vastausta ovat kiellettyjä. Erityisesti on muistettava, että väärän hätähälytyksen lähettäminen on paitsi vaarallista myös laitonta ja sillä voi olla vakavia seurauksia, jos asiaa ei korjata nopeasti ja asianmukaisesti. Lisäksi meri-VHF-radioliikennettä voivat kuunnella kaikki kuuluvuusalueella olevat meri-VHF-radiopuhelinasetat, joten on syytä harkita mitä puhutaan. (1, s. 60.)

Radiopuhelimen alennettua 1 W:n lähetystehoa on käytettävä aina, kun se on riittävä. Yhden watin lähetysteho riittää antennin korkeudesta riippuen noin 5-16 NM:n pituisiin yhteyksiin. Alennetun lähetystehon käyttö antaa muille asemille, jotka sijaitsevat lähellä toisiaan mahdollisuuden käyttää samaa kanavaa ilman keskinäisiä häiriöitä. Näin saadaan samalle kanavalle enemmän liikennettä ilman häiriöitä. (1, s. 60.)

Kun rannikkoradioasemalla on puheluita tai muita tiedotteita välitettävänä aluksille, se luettelee liikenneluettelon (TRAFFIC LIST). Liikenneluettelossa on niiden alusten nimet ja radiotunnukset, joille rannikkoradioasemalla on puheluita välitettävänä ja muita tiedotteita. Alukset luetellaan yleensä aluksen nimen mukaisesti aakkosjärjestyksessä. Kansainvälinen kohtelias tapa on luetella ensin ulkomaalaiset alukset ja vasta sitten rannikkoaseman kansallisuutta olevat alukset. Liikenneluettelo kuuluu rutiiniliikenteeseen. Esimerkki liikenneluettelon ennakoilmoituksesta kanavalla 16: ALL SHIPS ALL SHIPS ALL SHIPS, this is Tallinn Radio Tallinn Radio Tallinn Radio, for my TRAFFIC LIST, please listen my VHF working channels. (1, s. 62.)

## 6.2 Kansainväliset tavausaakkoset

Kun radioliikenteessä on tarpeen tavata asematunnuksia, lyhenteitä tai muita sanoja, käytetään kansainvälisiä tavausaakkosia (Phonetic alphabet). Näin tulee toimia siinäkin tapauksessa, että vasta-asema olisi oman maankielen asema, esimerkiksi Suomessa suomalainen asema. Kansainvälisten tavausaakkosten merkitys korostuu erityisesti hätäliikenteessä. Käyttämällä samoja tavausaakkosia varmistetaan, että hätäliikenne toimii samalla tavalla kaikkialla, mikä puolestaan helpottaa hätäliikennettä. Taulukossa 3 on lueteltuna kansainväliset tavausaakkoset sekä numerot ja eräät välimerkit. (1, s. 60.)

Taulukko 3.

Kansainväliset tavausaakkoset (1, s. 75).

<b>Kirjaimet</b>	<b>Koodisana</b> (kirjoitettuna)	<b>Ääntäminen</b> (painotus vahvennetulla tavulla)
<b>A</b>	ALPHA	<b>AL</b> -FA
<b>B</b>	BRAVO	<b>BRAA</b> -VOU
<b>C</b>	CHARLIE	<b>TSHAAR</b> -LI
<b>D</b>	DELTA	<b>DELL</b> -TA
<b>E</b>	ECHO	<b>EKK</b> -OU
<b>F</b>	FOXTROT	<b>FOKS</b> -TROT
<b>G</b>	GOLF	GOLF
<b>H</b>	HOTEL	HOU- <b>TELL</b>
<b>I</b>	INDIA	<b>IN</b> -DIA
<b>J</b>	JULIETT	<b>DSU</b> -LII-ET
<b>K</b>	KILO	<b>KII</b> -LOU
<b>L</b>	LIMA	<b>LII</b> -MA
<b>M</b>	MIKE	MAIK
<b>N</b>	NOVEMBER	NO- <b>VEM</b> -BÖR
<b>O</b>	OSCAR	<b>OSS</b> -KAAR
<b>P</b>	PAPA	PA- <b>PAA</b>
<b>Q</b>	QUEBEC	KEE- <b>BEK</b>
<b>R</b>	ROMEO	<b>ROU</b> -ME-OU
<b>S</b>	SIERRA	SI- <b>EER</b> -RA
<b>T</b>	TANGO	<b>TANG</b> -GOU
<b>U</b>	UNIFORM	<b>JUU</b> -NII-FOOM
<b>V</b>	VICTOR	<b>VIK</b> -TOOR
<b>W</b>	WHISKEY	<b>WISS</b> -KII
<b>X</b>	X-RAY	<b>EX</b> -REI
<b>Y</b>	YANKEE	<b>JÄNG</b> -KII
<b>Z</b>	ZULU	<b>ZUU</b> -LU
<b>Å = AA</b>	ALPHAALPHA	<b>AL</b> -FA- <b>AL</b> -FA
<b>Ä = AE</b>	ALPHA ECHO	<b>AL</b> -FA- <b>EK</b> -KOU
<b>Ö = OE</b>	OSCARECHO	<b>OSS</b> -KAAR- <b>EKK</b> -OU

Myös eräät välimerkit ja numerot tulee tavata käyttäen kansainvälisiä standardeja.

Taulukko 4.

Kansainväliset numerot ja eräät välimerkit (1, s. 76).

<b>Välimerkit</b>	<b>Koodisana</b> (kirjoitettuna)	<b>Ääntäminen</b> (painotus vahvennetulla tavulla)
<b>Piste (.)</b>	FULLSTOP	STOP

<b>Desimaali (,)</b>	DECIMAL POINT	DEE-SII-MAL
<b>Kauttaviiva (/)</b>	STROKE	STROUK
<b>Väliiviiva (-)</b>	DASH	DÄSH

#### Numerot

<b>0</b>	NADAZERO	NAA-DAA-ZII-ROU
<b>1</b>	UNAONE	UU-NAA-WON
<b>2</b>	BISSOTWO	BIIS-SOU-TUU
<b>3</b>	TERRATHREE	TER-RAA-TRII
<b>4</b>	KARTEFOUR	KAAAR-TEI-FOUVER
<b>5</b>	PANTAFIVE	PAN-TAA-FAIV
<b>6</b>	SOXSIX	SOK-SII-SIX
<b>7</b>	SETTESEVEN	SET-TEI-SEVEN
<b>8</b>	OKTOEIGHT	OK-TOU-EIT
<b>9</b>	NOVENINE	NOU-VEI-NAINER

Radioliikenteessä, jossa osapuolina on eri kansallisuutta olevia radioasemia, on tärkeää, että yhteydenpito sujuu ymmärrettävästi ja ongelmitta. Englannin kielellä on vahva asema kansainvälisenä radioliikennekielenä kansainvälisten sopimusten myötä. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO julkaisee merenkulun sanastoa, jonka nimi on IMO Standard Marine Communication Phrases. Se myös päivittää tätä sanastoa jatkuvasti ja tekee korjauksia, jos on tarpeen. (1, s. 61.)

### 6.3 Radioliikennemaksut

Kansainvälisessä meriradioliikenteessä on oma erityinen maksujärjestelmä, jolla alusten tilaamat maksulliset palvelut radioliikenteessä hoidetaan. Mikäli aluksella ja rannikkoradioasemalla ei ole yhteistä valuuttaa käytössä, esimerkiksi euroa, käytetään kansainvälistä vertailuvaluuttaa kultafrangia (Gold Franc = GFr) tai SDR:ää (Special Drawing Right). Molemmat valuutat arvioidaan joitakin kertoja vuodessa suhteessa euroon ja muihin valuuttoihin. (1, s. 61.)

Kun aluksesta soitetaan puhelinverkkoon tai tilataan joku maksullinen palvelu ulkomaalaisesta rannikkoradioaseman kautta, on aluksen ilmoitettava oma tilityskoodi. Suomalaisia tilityskoodeja on kaksi: FI01 (Foxtrot India Zero One) ja FI03 (Foxtrot India Zero Three). Tilityskoodin perusteella ulkomaalainen rannikkoradioasema lähettää laskun Suomeen Telemar Finlandille (FI01) tai Hansabaltic Oy:lle (FI03), joka puolestaan myöhemmin laskuttaa aluksen omistajaa. Tilityskoodista käytetään

lyhennettä AAIC (Accounting Authority Identification Code). Tilityskoodin hyötynä ovat vähentyneet laskut, sillä AA (Accounting Authority) toimii välikätenä aluksen ja palvelun tarjoajan välillä ja optimoi laskun maksun aluksen omistajan hyväksi, johon muuten sisältyisi mm. valuutanvaihto kurssimaksut, tunnistuspuhelut sekä sovittelumaksut. Jotkut ulkomaalaiset rannikkoradioasemat saattavat käyttää AAIC:n sijasta termiä Radio Company. Tilityskoodi on pakollinen aluksen radioluvassa, vaikka maksullisia suoritteita ei tilattaisikaan. Aluksen radioluvan hakemusvaiheessa on laskutusyhtiö valittava. Lupahakemuslomakkeessa on kohta, jossa ilmoitetaan valittu laskutusyhtiö. (1, s. 61.)

#### 6.4 Radioliikenteen pätevyystodistukset ja luvat

Aluksen radioaseman hoitajalla on oltava aluksen radioaseman käyttämiseen oikeuttava pätevyystodistus. Aluksen radioaseman hoitajalla tarkoitetaan henkilöä, joka vastaa aluksen meriradioliikenteestä. Radioaseman hoitaja on aina vastuussa aluksensa radioliikenteestä. Todistuksia on monenlaisia, ja ne antavat erilaisia oikeuksia meriradiotaajuuksien käyttöön pätevyystason mukaisesti. GMDSS-järjestelmän mukaiset pätevyystodistukset ovat:

- Radioasemanhoitajan todistus (GOC, General Operator's Certificate) – oikeuttaa minkä tahansa meriradiojärjestelmän käyttöön. Tämä todistus vaaditaan pakollisena SOLAS-yleissopimuksen alaisten alusten kansipäälystöltä.
- Rajoitettu radioasemanhoitajan todistus (ROC, Restricted Operator's Certificate) – muuten sama kuin GOC, mutta ei oikeuta MF- ja HF-laitteiden käyttöön.
- Avomerilaivurin radiotodistus (LRC, Long Range Certificate) – oikeuttaa huviveneessä kaikkien meriradiolaitteiden käyttöön.
- Rannikkolaivurin radiotodistus (SRC, Short Range Certificate) – oikeuttaa huviveneen VHF-radioaseman käyttöön. (1, s. 63.)

Rannikkolaivurin ja avomerilaivurin radiotodistus soveltuu myös eräiden ammattikäytössä olevien kotimaanliikenteen alusten radioasemien hoitajille, ellei merenkulkuviranomainen edellytä muuta todistusta. Rannikkolaivurin radiotodistus vaaditaan myös meri-VHF-radiopuhelinta maissa käyttäviltä henkilöiltä. Tällaisia henkilöitä ovat esimerkiksi merivartijat, luotsit, poliisit, satamavalvojat ja nostosiltojen valvojat, jotka työssään joutuvat käyttämään meri-VHF-radiopuhelinta. (1, s. 63 - 64.)

Radiolähettimen hallussapitoon ja käyttöön on hankittava lupa. Luvan voi hakea viranomaisilta lupahakemuksella. Suomessa luvan antaa Viestintävirasto. Tämä aluksessa oleville meriradiolaitteille myönnettävä lupa on nimeltään aluksen radiolupa. Radiolupa oikeuttaa käyttämään radiolähtimiä lupaa koskevassa aluksessa. Mikäli luvan saanut henkilö haluaisi käyttää toisen kuin luvassa mainitun aluksen radioasemalaitteita, tulisi toisen aluksen radioluvan haltijan olla valvomassa tilannetta. Aluksen radiolupa ei kuitenkaan oikeuta käyttämään radiolaitteita maissa, siihen tarvitaan erityinen lupa. Muut meriradiotaajuuksilla toimivat lähetimet kuten tutka tai EPIRB-hätälähetin ilmoitetaan myös samassa radioluvassa. Kannettavien meri-VHF-käsiradiopuhelmien osalta lupamenettely on sama kuin kiinteästi alukseen asennettavilla laitteilla. Radiolupa on säilytettävä aluksen radioasemalla, ja se on pyydetessä esitettävä tarkastavalle viranomaiselle. (1, s. 64.)

Radiovastaanottimia kuten GPS-navigaattoreita tai NAVTEX:ia ei tarvitse ilmoittaa lupahakemuksessa, koska pelkkien radiovastaanottimien käyttö on sallittua ilman lupaa. Aluksen radiolupa on voimassa luvanantomaassa ja kansainvälisillä vesialueilla. Käytännössä on hyväksytty kansainvälinen tapa, että aluksen radioradioasemaa voi käyttää yhden valtion antamalla aluksen radioluvalla myös muiden valtioiden aluevesillä. Tästä huolimatta joidenkin valtioiden vesialueilla voi olla omia ja näin ollen poikkeavia säädöksiä tai määräyksiä. Näitä säädöksiä ja määräyksiä tulee noudattaa, jos kyseisen valtion vesialueille on aikomuksia mennä. Radiolupa on aina uusittava, jos aluksen nimi tai omistaja vaihtuu, tai jos alukseen lisätään joku sellainen luvanvarainen radiolähetin (esimerkiksi tutka tai EPIRB), jota ei aiemmin luvassa esiinny. Luvanhaltijan tulee huolehtia siitä, että aluksen radioaseman hoitajalla on asianmukainen meriradioliikenteen hoitamiseen oikeuttava pätevyystodistus. (1, s. 64 – 65.)

## 7 Yhteenveto

Tämän insinööri työn tavoitteena oli katsastella ja tutustua laivojen käyttämään meriradioliikenteeseen. Ensiksi työssä käytiin läpi yleisiä asioita meriradioliikenteestä kuten millä taajuuksilla radioliikenne tapahtuu, mitkä seikat vaikuttavat kuuluvuuteen ja miten tunnistetaan toinen lähettäjä.

Seuraavaksi työssä tutustuttiin nykyiseen hätä- ja turvallisuusjärjestelmään GMDSS:ään. Työssä käytiin GMDSS:n historia lyhyesti läpi ja tutustuttiin sen toimintaan sekä avattiin sen rakennetta ja tutkittiin sen eri osia, joista se muodostuu. Näistä osista tärkeimpinä olivat DSC-toiminnolla varustettu meri-VHF-radiopuhelin, EPIRB ja siihen liittyvät COSPAS-SARSAT-satelliitit, SART ja NAVTEX-järjestelmä. Seuraavaksi kävin läpi meri-VHF-järjestelmää syvemmin ja sen DSC-toimintoa sekä kanavia ja niiden käyttötarkoituksia, joita meriradioliikenteessä käytetään.

Lopuksi työssä tutustuttiin kansainvälisiin yleisiin meriradioliikenneohjeisiin, joita tulee noudattaa meriradioliikennettä käyttäessä. Meriradioliikenteen käyttämät tavausaakkoset, joita tulee käyttää jopa kotimaan radioliikenteessä, on syytä osata merellä kutsuja lähetettäessä.

Meriradioliikenne kehittyy koko ajan. Tätä työtä tehdessäni minulle selvisi, että tälläkin hetkellä useat yritykset kehittelevät yhä uudempia ja sulautetumpia laitteita helpottamaan meriradioliikennettä. Kuvassa 16 oleva GX2100 VHF DSC D-luokan radio on yksi näistä uusista laitteista, jossa AIS-toiminto on yhdistetty VHF DSC-radioon. Nämä uudet integroidut laitteet vähentävät usean laitehankinnan tarvetta, mikä puolestaan säästää rahaa ja antaa käyttäjälle tehokkaamman ja monipuolisemman laitteen yhdessä laitteessa. Toinen esimerkki on Mobilarm V100, mikä on kannettava ”mies yli laidan” VHF DSC-hätäpoiju. Tämä laite lähettää joko automaattisesti kastuessaan tai napin painalluksella DSC-hätäkutsun, johon on valmiiksi laitettu tieto siitä, että kyseessä on mies yli laidan tilanne (21, s. 1).



## Lähteet

- 1 Viestintävirasto. Verkkodokumentti.  
[https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Rannikkolaivurin\\_radioliikenne\\_opas\\_2010.pdf](https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Rannikkolaivurin_radioliikenne_opas_2010.pdf). Muokattu 1.1.2012. Luettu 20.5.2014.
- 2 Dunstan and Associates Pty Ltd. The GMDSS specialists. The Global Maritime Distress and Safety System. Verkkodokumentti.  
<http://www.gmdss.com.au/change.html>. Luettu 21.8.2014.
- 3 Dunstan and Associates Pty Ltd. The GMDSS specialists. The Global Maritime Distress and Safety System. Verkkodokumentti.  
<http://www.gmdss.com.au/concepts.html>. Luettu 21.8.2014.
- 4 Wikipedia, The Free Encyclopedia: SART. Verkkodokumentti.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Search\\_and\\_rescue\\_transponder](http://en.wikipedia.org/wiki/Search_and_rescue_transponder). Muokattu 9.4.2014. Luettu 21.8.2014.
- 5 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: The basis of SART. Verkkodokumentti.  
<http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=40>. Luettu 20.8.2014.
- 6 Polar Professional Marine Electronics. Kuva.  
<http://www2.polarmarine.com/product-category//107/>. Luettu 22.8.2014.
- 7 Wikipedia, The Free Encyclopedia: Distress radiobeacon. Verkkodokumentti.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Distress\\_radiobeacon](http://en.wikipedia.org/wiki/Distress_radiobeacon). Muokattu 23.10.2014. Luettu 27.11.2014.
- 8 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: The basis of EPIRB. Verkkodokumentti.  
<http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=59>. Luettu 20.8.2014.
- 9 Wikipedia, The Free Encyclopedia: International COSPAS-SARSAT Programme. Verkkodokumentti. [http://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Cospas-Sarsat\\_Programme](http://en.wikipedia.org/wiki/International_Cospas-Sarsat_Programme). Muokattu 2.11.2014. Luettu 27.11.2014.
- 10 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: COSPAS-SARSAT-järjestelmä. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=566>. Luettu 24.11.2014.
- 11 ESA (European Space Agency): Space In Images. Kuva.  
[http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2012/03/LEOSAR\\_and\\_GEOSAR\\_satellites](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2012/03/LEOSAR_and_GEOSAR_satellites). Luettu 24.11.2014.

- 12 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: NAVTEX:n perusteet. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=557>. Luettu 27.11.2014.
- 13 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: NAVTEX messages. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=84>. Luettu 27.11.2014.
- 14 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: NAVAREAs. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=108>. Luettu 27.11.2014.
- 15 Wikipedia, The Free Encyclopedia: Marine VHF radio. Verkkodokumentti. [http://en.wikipedia.org/wiki/Marine\\_VHF\\_radio](http://en.wikipedia.org/wiki/Marine_VHF_radio). Muokattu 13.08.2014. Luettu 10.8.2014.
- 16 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: VHF-radiosimulaattori. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=533>. Luettu 10.8.2014.
- 17 Seashop.eu: VHF Handheld. Kuva. <http://www.seashop.eu/handheld-vhf/17-entel-portable-vhf-gmdss.html>. Luettu 12.8.2014.
- 18 Wikipedia, Vapaa tietosanakirja: Meri-VHF-kanavien taajuudet ja käyttötarkoitukset. Verkkodokumentti. [http://fi.wikipedia.org/wiki/Meri-VHF-kanavien\\_taajuudet\\_ja\\_k%C3%A4ytt%C3%B6tarkoitukset](http://fi.wikipedia.org/wiki/Meri-VHF-kanavien_taajuudet_ja_k%C3%A4ytt%C3%B6tarkoitukset). Muokattu 30.10.2014. Luettu 25.11.2014.
- 19 Wikipedia, Vapaa tietosanakirja: AIS-järjestelmä. Verkkodokumentti. <http://fi.wikipedia.org/wiki/AIS-j%C3%A4rjestelm%C3%A4>. Muokattu 14.9.2013. Luettu 26.11.2014.
- 20 Satphones.eu: Satellite phones & internet. Kuva. <http://satphones.eu/en/sailor-6000-gmdss-a3-150w-mini-c-mini-c-incl-console/4953-sailor-6222-vhf-dsc-class-a.html>. Luettu 26.11.2014.
- 21 Dunstan and Associates Pty Ltd. Verkkodokumentti. <http://www.vhf-dsc.info/new.html>. Luettu 30.10.2014.
- 22 Go2Marine: Boat Parts Worldwide, VHF Antennas. Kuva. <http://www.go2marine.com/product/11505F/5240-r-3-s-s-whip-vhf-antenna.html>. Luettu 27.11.2014.
- 23 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: VHF-kanavien käyttötarkoitustyyppit. Verkkodokumentti. <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=1645>. Luettu 10.9.2014.

- 24 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: MF/HF radioviestintä. Verkkodokumentti.  
<http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=1631>.  
Luettu 10.9.2014.
- 25 Wikikirjasto: Radiotaajuuskirja/meri-VHF-radio. Verkkodokumentti.  
<http://fi.wikibooks.org/wiki/Radiotaajuuskirja/meri-VHF-radio>. Muokattu  
9.2.2014. Luettu 20.8.2014.
- 26 Wikipedia, The Free Encyclopedia:Digital Selective Calling. Verkkodokumentti.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Selective\\_Calling](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Selective_Calling). Muokattu 4.7.2014. Luettu  
25.9.2014.
- 27 Spinaker d.o.o. eGMDSS materiaali: VHF-radioviestintä. Verkkodokumentti.  
<http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=1630>.  
Luettu 20.9.2014.
- 28 Teknillisen Korkeakoulun Teletekniikan perusteet (S-38.118) – kurssin  
harjoitustyö. Verkkodokumentti.  
<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s99/htyo/43/chapter321.shtml>. Muokattu  
21.11.1999. Luettu 27.11.2014.

**Meri-VHF-Kanava taulukko**

Taulukko 5. Meri-VHF-kanavien taajuudet ja käyttötarkoitukset (18, s. 1).

Kanava	Lähetystaajuus (MHz)		Alusten välinen liikenne	Satamatoimen tai alusten ohjailuliikenne	Puhelunvälitysvälineliikenne
	Alus	Rannikko-radioasema			
60	156,025	160,625		x	x
01	156,050	160,650		x	x
61	156,075	160,675		x	x
02	156,100	160,700		x	x
62	156,125	160,725		x	x
03	156,150	160,750		x	x
63	156,175	160,775		x	x
04	156,200	160,800		x	x
64	156,225	160,825		x	x
05	156,250	160,850		x	x
65	156,275	160,875		x	x
06	156,300		x		
66	156,325	160,925		x	x
07	156,350	160,950		x	x
67	156,375		x	x	
08	156,400		x		
68	156,425			x	
09	156,450		x	x	
69	156,475		x	x	
10	156,500		x	x	
70	156,525		digitaaliselektiivikutsukanava (DSC)		
11	156,500			x	
71	156,575			x	
12	156,600			x	

72	156,625		x		
13	156,650		x	x	
73	156,675		x	x	
14	156,700			x	
74	156,725			x	
15	156,750		x	x	
75	156,775			x	
16	156,800		häätä-, turvallisuus-, ja kutsuliikenne		
76	156,825			x	
17	156,850		x	x	
77	156,875		x		
18	156,900	161,500		x	x
78	156,925	161,525		x	x
19	156,950	161,550		x	x
79	156,975	161,575		x	x
20	157,000	161,600		x	x
80	157,025	161,625		x	x
21	157,050	161,650		x	x
81	157,075	161,675		x	x
22	157,100	161,700		x	x
82	157,125	161,725		x	x
23	157,150	161,750		x	x
83	157,175	161,775		x	x
24	157,200	161,800		x	x
84	157,225	161,825		x	x
25	157,250	161,850		x	x
85	157,275	161,875		x	x
26	157,300	161,900		x	x
86	157,325	161,925		x	x
27	157,350	161,950		x	x
87	157,375			x	
28	157,400	161,200		x	x
88	157,425			x	